N° 40. - Sept. 1918.

23e Numéro spécial : 2 fr

LA SCIENCE ET LA VIE

Source gallica.bnf.fr / BDIC (Bibliothèque de documentation internationale contemporaine)

La Collection **"IN EXTENSO"** publie

UN Franc

Les MEILLEURS ROMANS CONTEMPORAINS

Complets chacun en UN ÉLÉGANT VOLUME ILLUSTRÉ

UN Franc

118 VOLUMES PARUS :

Abel Hermant.....	La Discorde.
Edouard Rod.....	Le Silence.
J.-H. Rosny......	L'Autre Femme.
Leon Hennique....	Elisabeth Couronneau.
Paul Adam.......	Les Cœurs Nouveaux.
M. Serao.........	L'Amour Meurtrier.
Björnson	Les Ames en Peine.
C. Lemonnier.....	La Fin des Bourgeois.
Ernest Daudet....	Défroqué.
Ch. Le Goffic.....	La Payse.
G. Rodenbach.....	En Exil.
Ibsen.............	Les Revenants.
Tolstoï	La Puissance des Ténèbres.
Sienkiewicz	Rivalité d'Amour.
C. Lemonnier.....	Le Mort.
H. de Balzac.. ..	L'Amour Masqué.
Ed. Haraucourt...	Amis.
Mark Twain.. . .	Le Cochon dans les Trèfles.
Blasco Ibanez....	Dans les Orangers.
Conan Doyle......	Un Duo.
Jean Bertheroy...	Lucie Guérin.
Jonas Lie.........	Le Galérien.
Lucien Descaves..	Une Teigne.
Grazia Deledda ..	La Justice des Hommes.
Ed. Haraucourt...	Les Benoît.
Ch.-H. Hirsch....	La Ville Dangereuse.
M. et A. Fischer..	Le plus petit Conscrit de France.
Paul Reboux......	Josette.
Pierre Valdagne..	Parenthèse Amoureuse.
Charles Foley....	Deux Femmes.
Michel Provins....	L'Histoire d'un Ménage.
V. Margueritte...	Le Journal d'un Moblot.
Jean Reibrach....	A l'Aube.
P. Oppenheim......	La Disparition de Delora.
René Maizeroy....	L'Amour Perdu.
Marcel Lheureux.	L'Empreinte d'Amour.
Hornung..........	Stingaree.
Kistemaeckers....	Le Relais Galant.
Paul Acker.......	Un Amant de Cœur.
G. de Peyrebrune.	Une Séparation.
Léon Frapié......	L'Enfant Perdu.
Gyp........... ..	L'Amour aux Champs.
Ed. Haraucourt...	Trumaille et Pelisson.
Alphonse Allais...	Le Captain Cap.
J.-H. Rosny.......	Les Trois Rivales.
J. des Gachons....	Mon Amie.
François de Nion..	L'Amour défendu.
G. Beaume.........	Les Amants maladroits.
Jean Bertheroy...	Le Tourment d'aimer.
Louis de Robert..	La Jeune Fille imprudente.
Abel Hermant....	La Petite Esclave.
Kistemaeckers....	L'Illégitime.
Camille Pert.....	Passionnette Tragique.
Gyp..............	Les Poires.
Charles Foley....	L'Arriviste Amoureux.
René Le Cœur....	Lili.
Paul Acker.......	La Classe.
Gyp..	Le Cricri.
H. de Régnier.....	Les Amants singuliers.

Fabrice et Marle.	Tribulations d'un Boche à Paris.
René Maizeroy...	Yette Mannequin.
Paul Lacour.....	Cœurs d'Amants.
Michel Corday....	Sous les Ailes.
Léon Séché.......	Le Printemps du Cœur.
Jeanne Landre....	Echalotte et ses Amants.
La Fouchardière..	Bicard dit le Bouif.
Michel Provins...	Les Fées d'Amour et de Guerre.
Louis de Robert..	Le Prince Amoureux.
Jean Reibrach....	La Force de l'Amour.
Gyp	L'Age du Mufle.
G. d'Esparbès.....	Le Tumulte.
Charles Foley....	La Victoire de l'Or.
Binet-Valmer	Le Gamin tendre.
Fél. Champsaur....	Sa Fleur.
G. de Pawlowski.	Polochon.
Annie de Pène....	Confidences de Femmes.
René Le Cœur....	Danseuse.
Gaston Derys.....	Mars et Vénus.
Ch. Derennes.....	L'Amour fessé.
G. de Peyrebrune.	Marco.
Gyp...............	Les Chéris.
Abel Hermant. ...	Daniel.
J.-H. Rosny.......	Amour Etrusque.
Gabrielle Reval...	La Jolie Fille d'Arras.
Willy............	Mon Cousin Fred.
Paul Faure........	Les Sœurs Rivales.
M. Vaucaire.... .	Mimi du Conservatoire.
d'Esparbès........	La Grogne.
René Maizeroy....	Vieux Garçon.
Camille Pert.....	Amour Vainqueur.
Myriam Harry....	La Pagode d'Amour.
Michel Provins....	L'Art de Rompre.
Jeanne Landre....	Plaisirs d'Amour.
Charles Foley.....	Amants ou Fiancés.
Michel Corday....	Notre Masque.
Ch. Derennes.....	Le Béguin des Muses.
Binet-Valmer.....	Le Plaisir.
La Fouchardière..	Le Bouif tient.
Gyp	Pervenche.
René Le Cœur....	Les Plages vertueuses.
Daniel Riche......	Le Mari modèle.
Jean Bertheroy...	Le Chemin de l'Amour.
Jean Reibrach....	Les Sirènes.
Jeanne Marais....	La Carrière Amoureuse.
Jean Lorrain. ...	Des Belles et des Bêtes.
André Lebey......	Une Dame et des Messieurs.
G. de Pawlowski..	Contes singuliers.
Fél. Champsaur...	Jeunesse.
Vaucaire et Luquet	Mademoiselle X..., souris d'hôtel.
Gabrielle Réval..	La Bachelière.
Max. Formont.....	Le Sacrifice.
Maur. Montégut..	Les Clowns.
Annie de Pène....	L'Evadée.
Rémy St-Maurice.	Temple d'Amour.
René Maizeroy. ..	Après.
Charles Le Goffic.	Passions Celtes.
René La Bruyère.	Le Roman d'une épée.
Gaston Derys.....	L'Amour s'amuse.

DERNIERS PARUS :

André de Lorde.. Cauchemars.
Charles Derennes. Les Enfants sages.
Auguste Germain.. Les Maquillés.
Gyp.............. Entre la Poire et le Fromage.
Francis de Miomandre......... Pantomime Anglaise.

La Renaissance du Livre — *EN VENTE PARTOUT* Librairies, Kiosques, Marchands de Journaux. Grands Magasins, Bibliothèques des Gares, etc. — **78, Bd St-Michel, Paris (VIe)**

Édité par
"LA SCIENCE ET LA VIE"

LE JAPON ET LA SIBÉRIE ORIENTALE

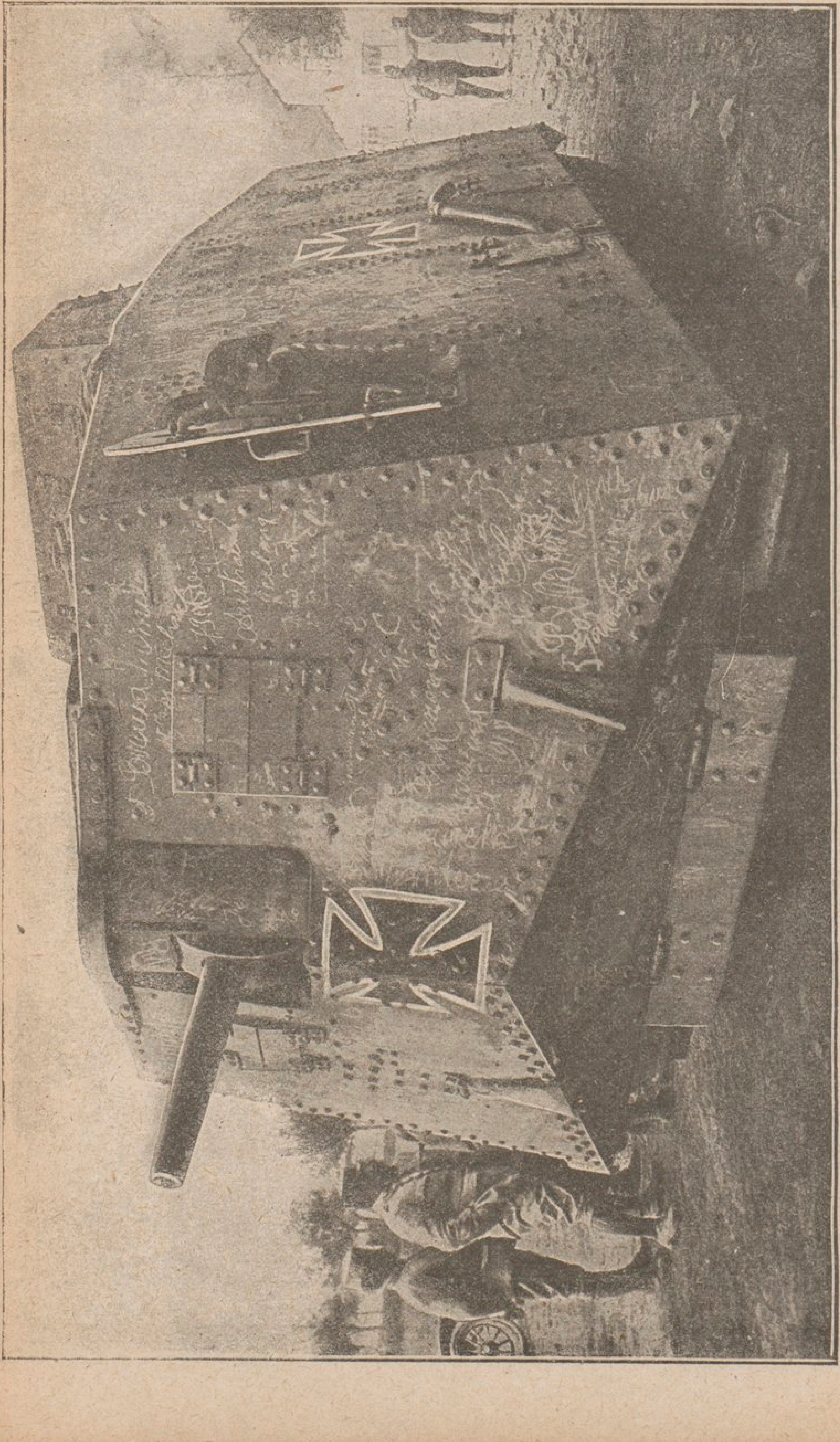
Numéro 40
AOUT-SEPTEMBRE 1918

N° 40. # SOMMAIRE Tome XIV.

(AOUT-SEPTEMBRE 1918)

La faillite de la nouvelle tactique allemande. ..	Ardouin-Dumazet..	195
Les trains sanitaires américains sont des merveilles de confort..	Georges Bell.	205
Les gaz liquéfiés et leur usage dans l'industrie.	Simon Gentil	213
La poste par avions..	Paul Meyan..	225
Une nouvelle étoile est apparue dans le ciel. ..	G. Bigourdan .. .. Membre de l'Institut.	235
Un cinématographe de campagne.	.. ..	240
Le démarrage électrique des moteurs sur les voitures automobiles.	Pierre Meilleraie	241
Un nouveau moyen pour combattre la torpille ..	William Christy	251
La production du froid et la fabrication de la glace à domicile..	Clément Casciani	255
Les manutentions mécaniques dans les services postaux américains	Lucien Fournier	267
Le ciment armé appliqué à la mécanique	Edmond Crespel	279
Une pelle électrique, dérocheuse et chargeuse..	Charles Bernier.	283
On peut, si l'on veut, s'éclairer, se chauffer et faire sa cuisine à l'acétylène	F. de Grandval..	289
Deux interlocuteurs pourront-ils, dans un avenir prochain, se voir au téléphone ?..	Clément Coste..	303
Des obus fabriqués à la grosse	Fernand Grizy..	307
Les matches de pose de rivets sur la coque des navires..	Charles Raynouard .. .. .. Ing. des Arts et Manufactures.	311
Après le gaz d'éclairage et le gaz pauvre, l'oxygène actionne les autos.	Pierre Desbordes	319
Une locomotive géante..	Jean Destruels..	323
Le bois contre-plaqué pour l'aviation et la marine.	Henry Perrinaud	329
Les mitrailleuses perfectionnées de l'armée américaine	Silvy-Vernon	337
Les nouveaux instruments employés en géodésie.	G. Grunevald	341
Fabriquez vous-même vos briquettes..	.. ..	352
Qu'attend-on pour faire du papier avec de l'alfa, des roseaux, etc..	Achille Coston..	353
Les A-côtés de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor.	359
La Science chrétienne contre le magnétisme animal..	Dr E. Philipon	365
Les Allemands sont de nouveau battus sur la Marne et ils reculent dans la Somme	.. ..	369
Sur le front italien, l'offensive autrichienne subit un lamentable échec.	.. ..	375
Heureuses opérations en Albanie.	.. ..	378
La guerre sous-marine continue	.. ..	379
L'aviation coopère de plus en plus à la victoire des Alliés.	.. ..	381
Chronologie des faits de guerre	.. ..	383

HORS TEXTE : Grande carte en couleurs du Japon et de la Sibérie orientale.



VUE EXTÉRIEURE DU TANK ALLEMAND DERNIER MODÈLE, AVEC SON CANON DE 37 MILLIMÈTRES A L'AVANT

Les panneaux, que la photographie représente fermés, s'ouvrent pour le tir des mitrailleuses; à l'avant également: éperons pour couper les fils barbelés.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous.

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 11 francs, Etranger, 18 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie *Août 1918.*

Tome XIV — Août-Septembre 1918 — Numéro 40

LA FAILLITE DE LA NOUVELLE TACTIQUE ALLEMANDE

Par **ARDOUIN-DUMAZET**

La tactique allemande à laquelle le maréchal von Hindenburg a attaché son nom, mais que les généraux Ludendorf et von Hutier ont complétée par des principes plus brutaux encore, est-elle acculée à la faillite ? Les batailles sur le Matz et l'Oise, celles livrées aux abords de la forêt de Retz, la rupture décisive des masses d'assaut lancées contre Châlons et Reims, la transformation en retraite désordonnée de la marche triomphale au delà de la Marne, la fuite éperdue devant les divisions franco-britanniques, à l'est d'Amiens, semblent bien l'annoncer.

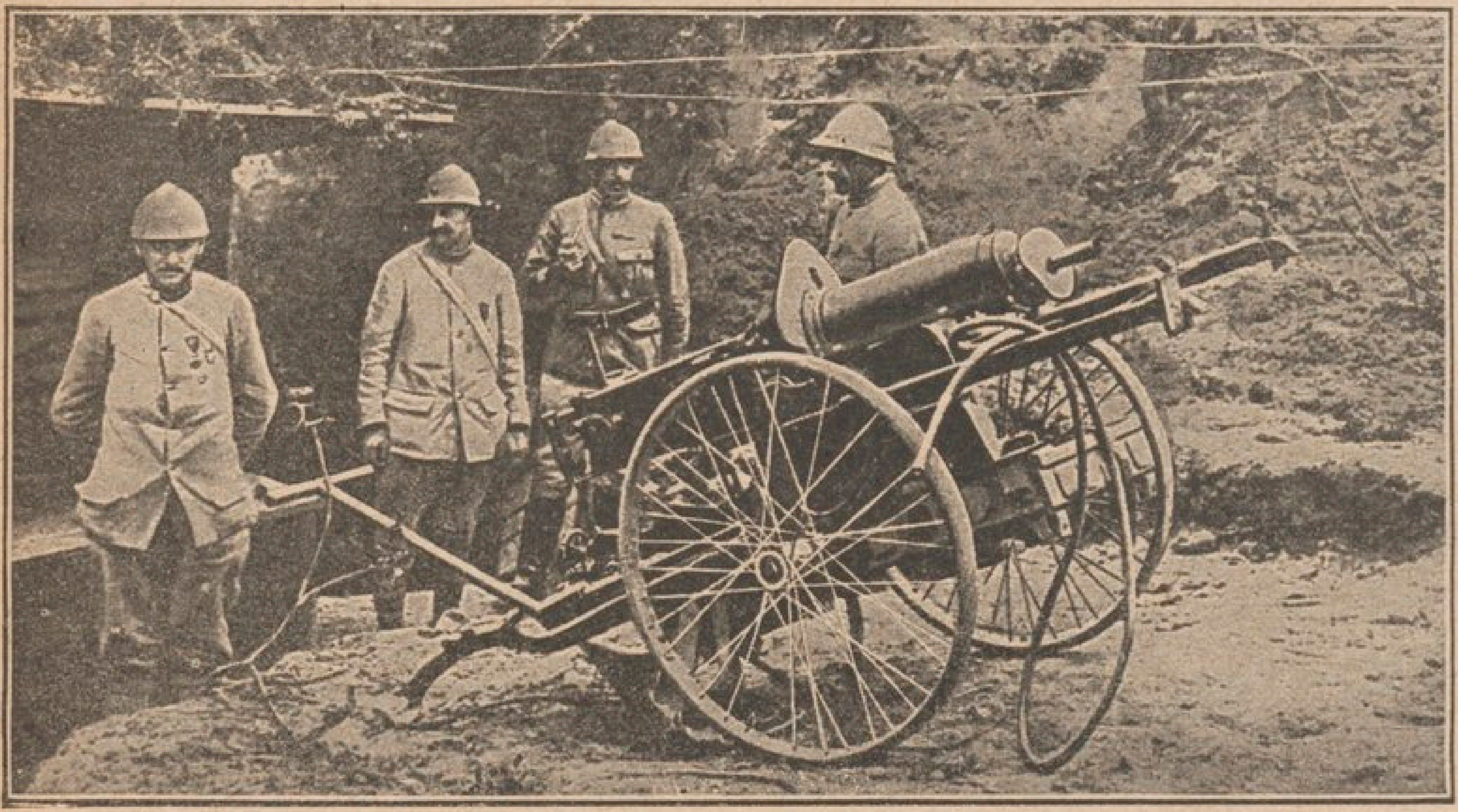
HOMME DES UNITÉS SPÉCIALES D'ASSAUT (STOSSTRUPPEN)

Cette tactique, d'ailleurs, est d'une extrême simplicité. Elle consiste, en somme, à attaquer à deux, même à cinq contre un, sans se soucier des pertes, et à broyer sous le poids des masses tout ce que l'adversaire peut opposer. Le génie, ou, le mot étant excessif, l'habileté, est de masquer le départ de l'attaque et d'arriver par surprise. Sans surprise, aucun succès possible quand on a devant soi des soldats décidés à résister et à réagir. Une surprise éventée ne peut qu'échouer.

Le grand secret des succès allemands est dans l'arrivée inopinée, en nombre infiniment supérieur, sur un secteur choisi et étudié à loisir. Le commandement impérial est pour cela admirablement servi par le réseau des voies de communications qu'il nous a enlevées et qu'il a fort habilement complétées par des lignes de raccord et même des voies de longue étendue. On a comparé, avec justesse, le point de concentration des forces germaniques au centre d'une toile d'araignée d'où l'insecte sanguinaire se porte soudain sur le rayon où se trouve la proie. Portez les yeux sur une carte de chemins de fer, une de celles où les lignes à deux voies, marquées d'un double trait, indiquent les artères maîtresses, les mieux outillées, ayant les rampes les moins fortes, et vous verrez comment il est facile de jeter presque instantanément des armées entières sur le secteur choisi.

Les nécessités économiques résultant de l'importance des gisements de fer de Lorraine, qui envoient leurs minerais aux usines du Nord et reçoivent du Nord leurs charbons, ont fait donner à une voie ferrée, de médiocre valeur jadis, des installations très amples. C'est celle de Nancy à Dunkerque, par Mézières, Hirson Valenciennes et Lille. Elle se rattache à toutes les lignes stratégiques d'Allemagne par Metz et Luxembourg, à la Belgique, par des voies très nombreuses dont plusieurs mènent à Cologne, centre principal du réseau allemand. Ce chemin de fer allemandes par les lignes de Liège-Cologne et de Bruxelles, les trains sont dirigés sans rebroussement vers Saint-Quentin, Péronne, Arras, Béthune, Lille, Bailleul. C'est donc, en négligeant la Lorraine, tout le front belge et français qui peut recevoir, à l'improviste, les dizaines et les dizaines de divisions destinées à se précipiter en une vague géante sur les lignes alliées pour les crever et s'ouvrir les routes de Paris et de la mer, buts constants de l'ennemi depuis 1914.

Celui-ci peut ainsi réunir, loin en arrière du front les masses destinées à une offen-



MITRAILLEUSE LOURDE MONTÉE SUR UN AFFUT SPÉCIAL A ROUES

Cet engin a été capturé intact par nos troupes au cours d'une des offensives de Juillet

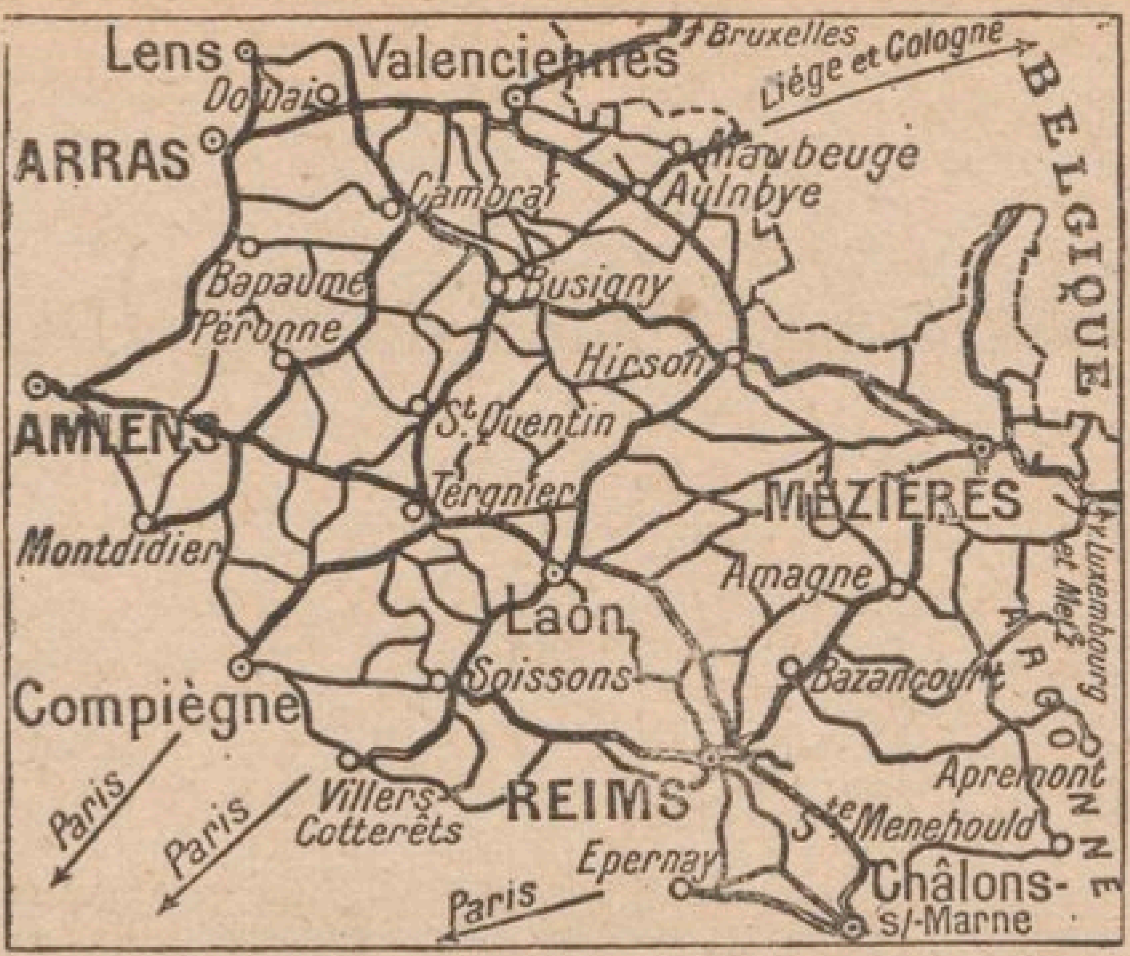
Nancy-Dunkerque, parallèle à la frontière, reçoit donc tous les convois militaires de l'Allemagne. Il peut, hors de nos vues, les concentrer autour d'un des grands points de jonction d'où rayonnent des embranchements à travers tout le territoire du Nord de la France. Les deux foyers principaux de jonction, sont situés l'un à Mézières-Charleville, l'autre dans la zone Maubeuge-Valenciennes.

De Mézières, où, si l'on veut, de Charleville, cité plus considérable, choisie par le kaiser pour son quartier général favori, les convois de troupes peuvent être lancés vers l'Argonne, Reims, Soissons ou Cambrai par des chemins de fer à deux voies que le génie militaire français avait fait aménager avec soin. De la zone Maubeuge-Valenciennes, nourrie en troupes sive. Nous avons peu de moyens de connaître cette préparation, et surtout son importance, car le service de surveillance allemand pousse à l'extrême les précautions de camouflage. Et, qui pourrait deviner la direction que prendront les troupes dont le rassemblement lointain a été découvert? Grâce à la disposition de la toile d'araignée, rien ne saurait permettre de prévoir l'objectif des trains rassemblés aux abords des grandes gares de départ, lesquels, parvenus à des gares de jonction, situées plus avant : Hirson, Aulnoye, Douai, par exemple, ont encore plusieurs directions pour dépister les reconnaissances les mieux organisées.

Le débarquement, en outre se fait en arrière du front à attaquer. Les trains, parvenus la nuit sur le terrain choisi,

n'ont aucun fanal, les troupes descendent de wagons dans le plus grand silence ; aucun feu ne doit être allumé ; il est même interdit de fumer. On met les colonnes en marche en pleine nuit ; elles s'arrêtent avant le jour, dans des bois, des localités où, aussitôt, hommes et chevaux sont dissimulés. Des documents trouvés sur des morts et des prisonniers nous font connaître que cette arrivée devant l'ennemi a lieu à trente-cinq kilomètres encore du front d'attaque. On voit combien les mesures prises sont minutieuses.

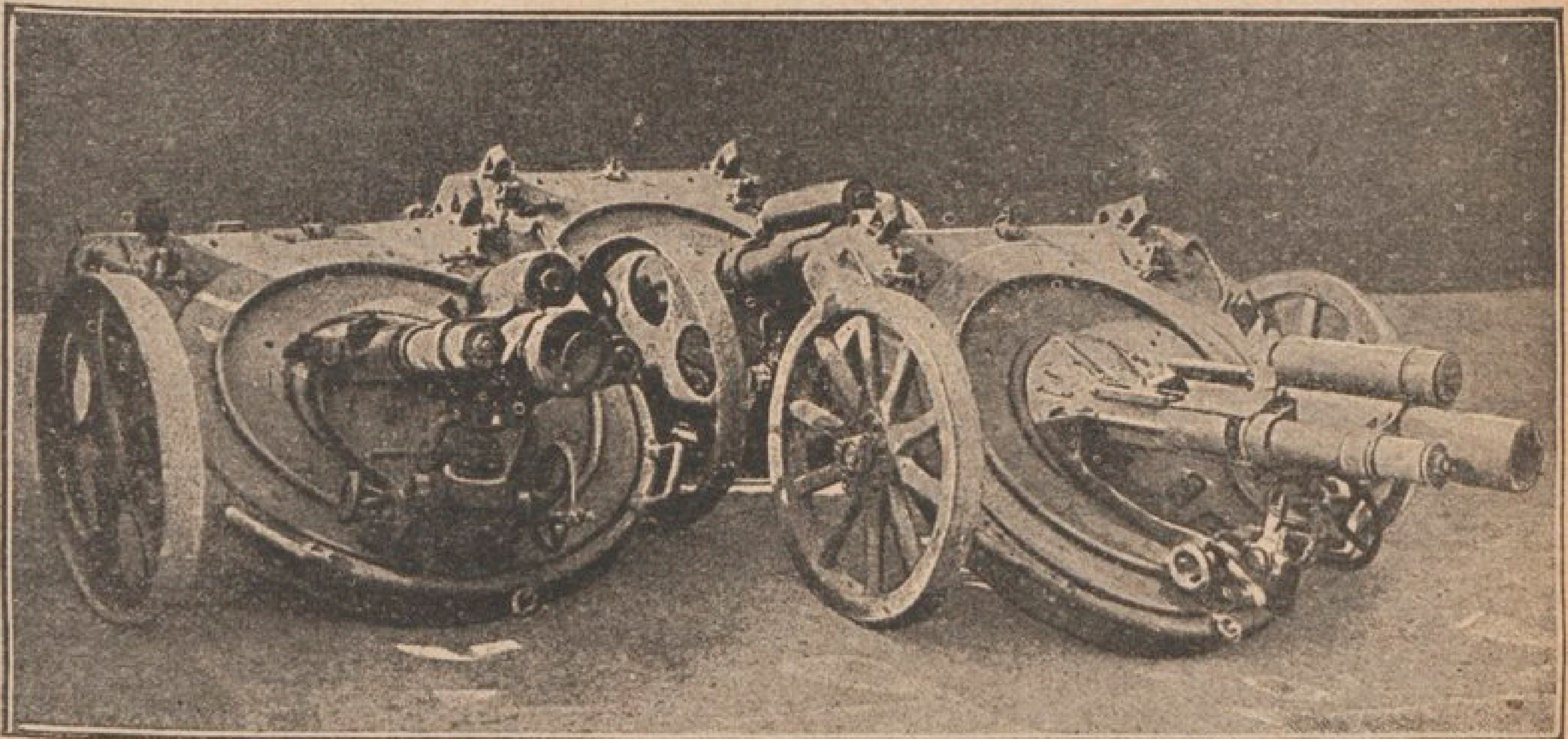
A partir de ce moment, la marche en avant est soumise à des précautions extraordinaires. Elle ne se fait que par petites unités. A la moindre alerte d'apparition d'avions, par exemple, tout s'arrête, se protège, se masque par des obstacles : haies, fossés, constructions. Pendant cette période d'approche, défense de chanter, de faire entendre tambours, fifres ou musiques. Les essieux doivent être bien graissés, les freins ne doivent pas grincer. Plus on approche du front, plus ces mesures sont strictes. On enveloppe de linges les roues pour empêcher le scintillement des rayons, on dissimule les épaulettes et les pattes d'épaules. Rien de ce qui éclate à la lumière ne doit apparaître. Des chasseurs cyclistes, circulant sans cesse, sont chargés de rappeler ces prescriptions aux officiers et aux soldats qui seraient tentés de s'en écarter momentanément.



LA « TOILE D'ARAIGNÉE », RAYONNEMENT DE MÉZIÈRES-CHARLEVILLE

Cette carte montre la densité des voies ferrées dans le nord-est de la France. Un certain nombre de ces voies ont été construites par les Allemands pour relier des points stratégiques, et c'est grâce à elles que nos ennemis ont pu nourrir si rapidement leurs offensives en hommes et en munitions, depuis quatre ans.

C'est grâce à ces mesures d'une incroyable minutie que les surprises ont pu être possibles. L'ennemi amène à proximité de l'adversaire des masses considérables dont rien n'a décelé la présence. Mais si cette méthode a pu donner des fruits, elle est maintenant connue ; non seulement nous sommes sur nos



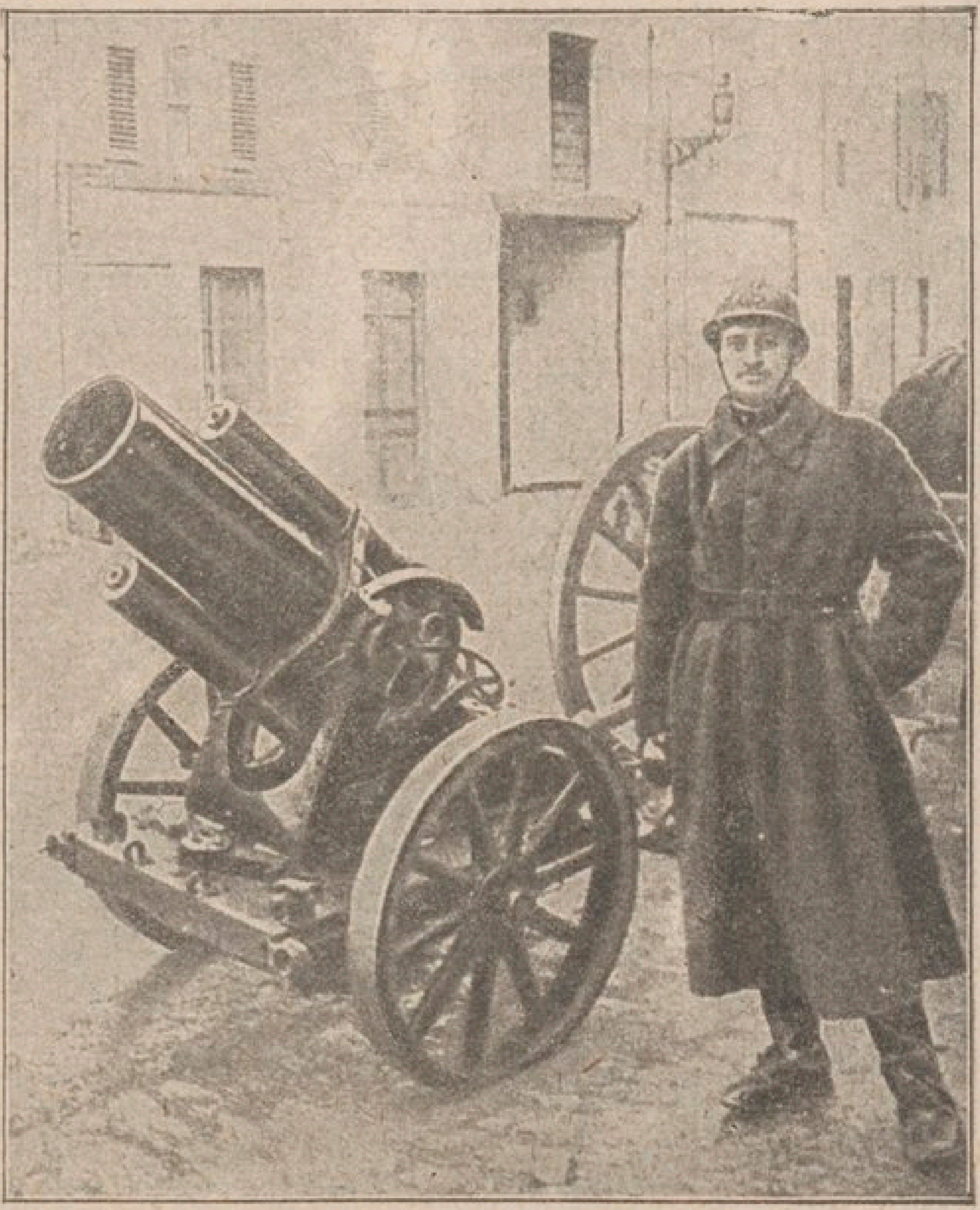
BATTERIE DE MINENWERFER LÉGERS EMPLOYÉS PAR LES UNITÉS D'ASSAUT

Pendant les périodes de tir, les roues sont enlevées et l'engin repose sur une plate-forme circulaire.

gardes, comme on l'a vu dans l'offensive du 15 juillet, mais nous avons mis la leçon à profit : le général Mangin à Courcelles et Méry, le même grand chef et le général Degouttes à l'est de la forêt de Retz, de Soissons à Château-Thierry, les Anglo-Français, entre Albert et Montdidier, ont réussi des surprises dont les résultats ont été d'une importance capitale, puisque les Allemands n'ont pu atteindre Compiègne, furent chassés de Soissons, d'Oulchy-le-Château, de Château-Thierry et de Fère-en-Tardenois, traversant la Marne en plein désordre, au prix de pertes énormes, et qu'enfin ils furent refoulés bien au delà de Montdidier.

Mais il a fallu modifier fréquemment les méthodes d'attaque. De part et d'autre, on a abandonné bien des principes qui, après le renoncement à la guerre de tranchées, avaient présidé à la guerre de mouvement soudain revenue. Les Allemands ont fort oscillé dans leurs dispositions, passant de l'attaque brusquée à l'écrasement par l'artillerie, pour revenir à l'attaque brusquée, et, de nouveau, à l'artillerie, mais une artillerie plus mobile, marchant avec l'infanterie, amenant aussi d'innombrables mitrailleuses et soutenue par le tir de barrage des batteries légères et lourdes. On a trouvé sur un officier allemand une lettre d'après laquelle il y eut jusqu'à soixante-huit batteries de quatre pièces affectées à deux régiments.

Nous-mêmes, nous avons renoncé au pilonnement par les obus, si longtemps érigé en dogme et qui fut employé avec tant d'ampleur sur la Somme. Il bouleverse le terrain à un tel point que l'avance des fantassins devient difficile, celle des canons presque impossible ; il faut préparer des chemins en perdant un temps précieux mis à profit par l'adversaire pour amener ses réserves et organiser une nouvelle ligne de défense. Les Allemands, qui employèrent encore le pilonnement dans l'attaque des monts de Flandre, adoptèrent ensuite une autre méthode. Quand, ayant atteint l'objectif fixé, nous arrivions sur un terrain bouleversé, il fallait préparer celui-ci, on ne nous en laissait pas le temps ; des troupes, réunies dans ce but, procédaient à une contre-attaque à laquelle nous ne résistions pas sans peine. Même dans nos marches les plus heureuses, comme celle qui nous valut le fort de la Malmaison et la descente vers l'Ailette, nous avons été longtemps gênés et finalement arrêtés par les difficultés de la marche et par l'apparition de réserves ennemies au moment où nous croyions pouvoir trouver le terrain complètement dégagé.



MINENWERFER DE GROS CALIBRE

Dans la nouvelle tactique allemande, un certain nombre de ces pièces de tranchées accompagnent les unités d'assaut.

Les Allemands, en reprenant la guerre de mouvement, adoptèrent la méthode de vagues successives, employée à Riga contre les Russes par le général von Hutier. Elle aurait échoué contre les troupes françaises et britanniques, hâtons-nous de le dire, si elle n'avait été complétée par l'emploi, sur une échelle gigantesque, des

obus à gaz stupéfiants, toxiques ou corrodants, des liquides enflammés, des mitrailleuses en nombre fantastique, et de cette arme nouvelle que l'on appelle canon d'infanterie ou canon d'accompagnement.

Dans sa forme primitive, celle de Courlande, la méthode de von Hutier consistait dans l'emploi de quatre puissantes lignes d'attaque. De fortes divisions, lancées en avant, s'efforcent d'ébranler l'adversaire, de le refouler, de créer des poches qui se relieront peu à peu par l'élargissement de chacune d'elles. Quand l'effet est obtenu, une seconde rangée de divisions vient accroître l'effet du choc ; en arrière, des réserves, prêtes à intervenir, se portent en avant ; enfin, s'il faut un nouvel effort, d'autres réserves, réunies vers le centre de la toile d'araignée, dont nous avons parlé plus haut, sont envoyées par les voies ferrées ou par autos.

Ce système à la fois brutal et souple, tirant sa valeur de l'effet de surprise et de la répétition des coups, a été adopté par Ludendorf, qui fait précéder ce rythme d'assauts successifs par un bref bombardement d'une extrême intensité à l'aide d'obus à gaz. Nous connaissons ses instructions; il prescrit, en outre, un tir *brutal* de « minenwerfer » et un barrage à l'aide d'un « déluge » de projectiles de toutes sortes sur le terrain que devraient parcourir les renforts de l'ennemi pour se porter à l'aide des lignes attaquées et relever les troupes stupéfiées par les gaz.

L'emploi de l'artillerie, au lieu de se prolonger des heures et même des journées, comme à Verdun et sur la Somme, ne dure que quelques instants. Aussitôt, s'élancent les vagues d'assaut, en formations denses, chaque division mettant en avant deux régiments accolés, disposant ses trois bataillons l'un derrière l'autre, le troisième régiment étant en arrière, séparé des premiers par les mitrailleuses et par le canon d'accompagnement, qui est surtout un minenwerfer ou canon de tranchée monté sur de petites roues.

Pendant que ce dispositif se porte à l'occupation du terrain que l'on suppose rendu intenable par les obus et les gaz, l'artillerie, en arrière, allonge son tir à mesure de l'avance, pour empêcher l'arrivée des renforts ennemis. C'est une machine admirablement montée, mais qui, une fois connue, peut être déjouée. Elle le fut magistralement en Champagne par le général Gouraud. Aux premiers symptômes de l'attaque générale, celui-ci ramena son armée en arrière, sur un terrain reconnu et préparé à l'avance, laissant seulement, en enfants perdus, des postes échelonnés sur l'ancien front, avec mission de résister longtemps. Les Allemands s'épuisèrent contre ce mince rideau en suivant minutieusement les instructions de Ludendorf pour l'enveloppement et l'écrasement des foyers de résistance, et puis, se croyant vainqueurs, procédèrent à l'infiltration, méthodique et sournoise, entre ces nids, pour venir se heurter soudain à la position réelle des Français dont le feu les arrêta net, en leur causant des pertes effroyables.

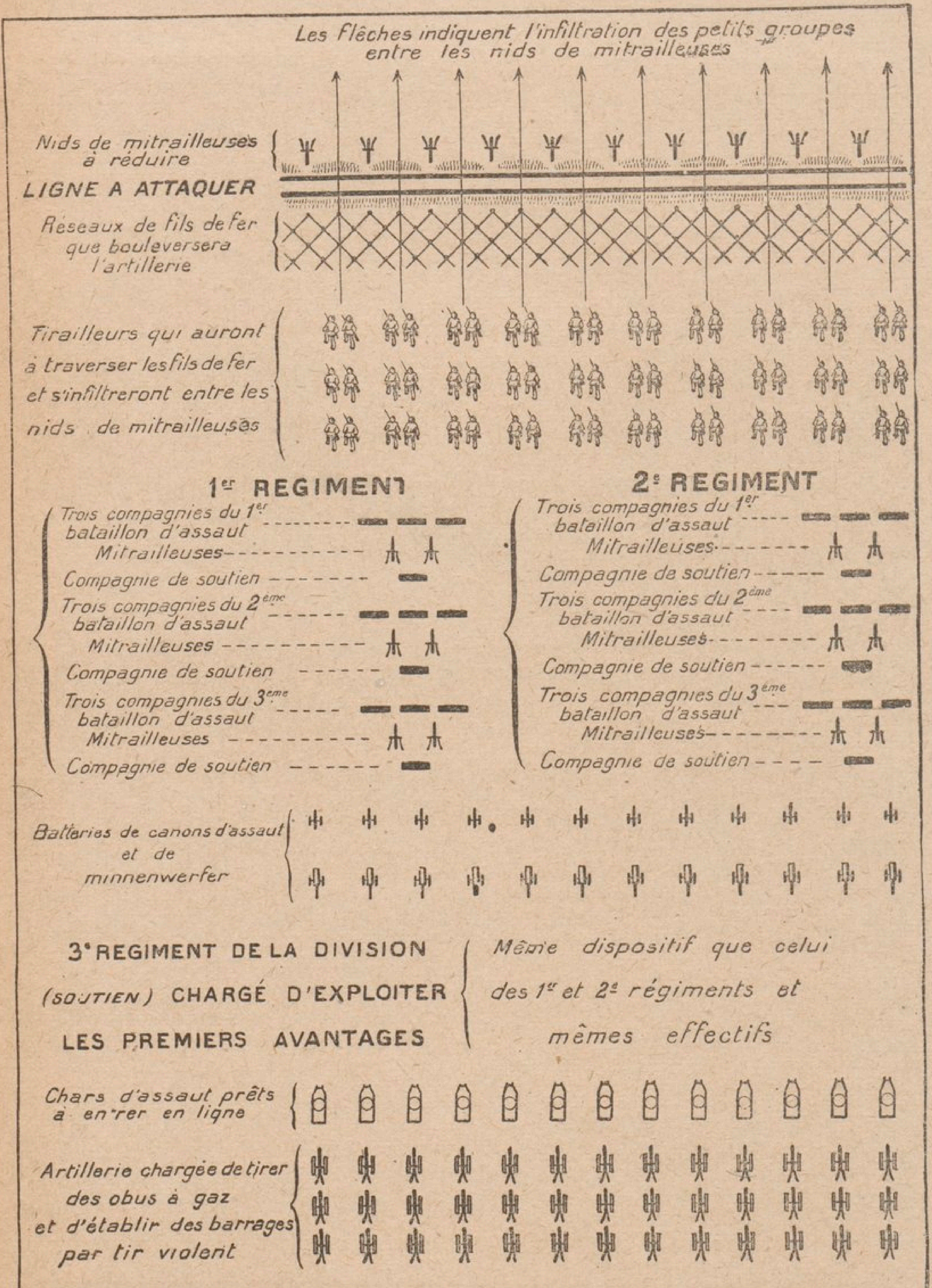
MINENWERFER LOURD CONDUIT A L'ATTAQUE

Ces petites pièces sont traînées par leurs servants à l'aide de bricoles; dans certaines occasions, on y attelle un cheval.

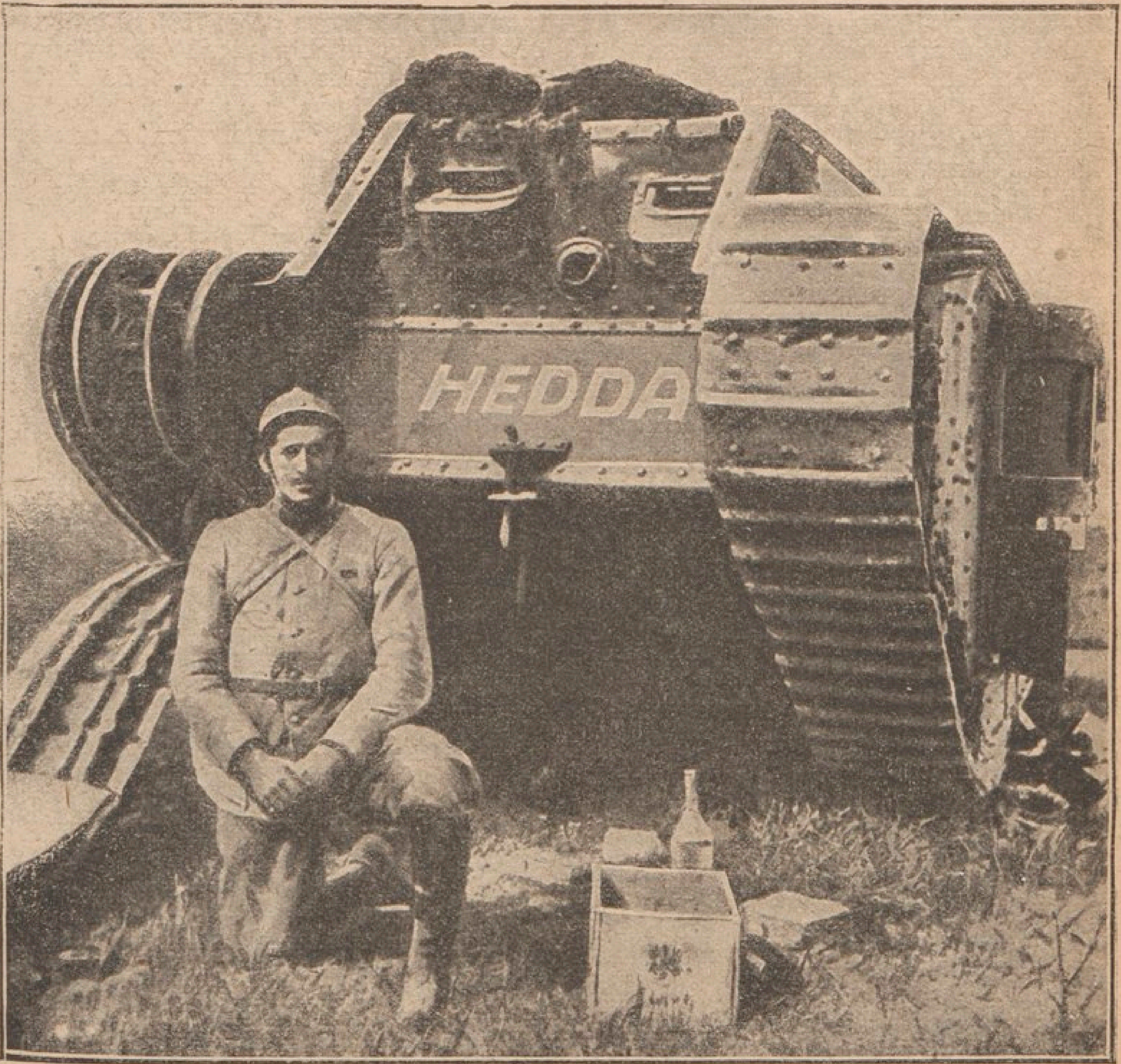
Cependant, les prescriptions du quartier-maître général avaient été religieusement exécutées. On avait employé en grand les obus à gaz sur des espaces abandonnés ou peu garnis, lancé les chars d'assaut sur les nids de mitrailleuses, Il avait suffi que la surprise ennemie fût éventée pour tout faire échouer.

Pour répondre à l'attaque allemande dirigée de l'Ourcq à la Marne, le jour où notre armée de Champagne ripostait ainsi, notre commandement a employé une autre méthode. Ayant reconnu, à de nombreux indices, que le déclenchement par l'artillerie était imminent, il n'attendit pas le premier obus toxique. Des centaines de batteries amenées sur le front en prévision de l'offensive attendue, et aussi mystérieusement installées que celles de l'ennemi, ouvrirent le feu avant

DISPOSITIF D'ATTAQUE D'UNE DIVISION D'ASSAUT ALLEMANDE



l'heure où les pièces allemandes devaient commencer leur tir. Ces pièces, soumises à un pilonnage intense, furent bouleversées en grand nombre. Jamais encore canonnade aussi furieuse et étendue ne s'était révélée. On sait qu'elle fut très nettement entendue de Paris, et que les espace de trois lieues. La tactique de von Hutier et de Ludendorf avait joué. Peut être, de notre côté, s'y prêta-t-on complaisamment, car on avait intérêt à voir s'allonger la poche que l'ennemi se proposait de distendre par l'envoi continu de divisions. Ce mouvement de progression



TANK ANGLAIS PRIS PAR LES ALLEMANDS ET REBAPTISÉ PAR EUX

En attendant l'arrivée sur leur front de leurs propres chars d'assaut, en construction à Essen, nos ennemis ont utilisé quelques-uns des tanks enlevés à l'armée britannique. Celui-ci leur a été repris dans les Flandres par les troupes françaises pendant les opérations qui eurent lieu autour d'Ypres.

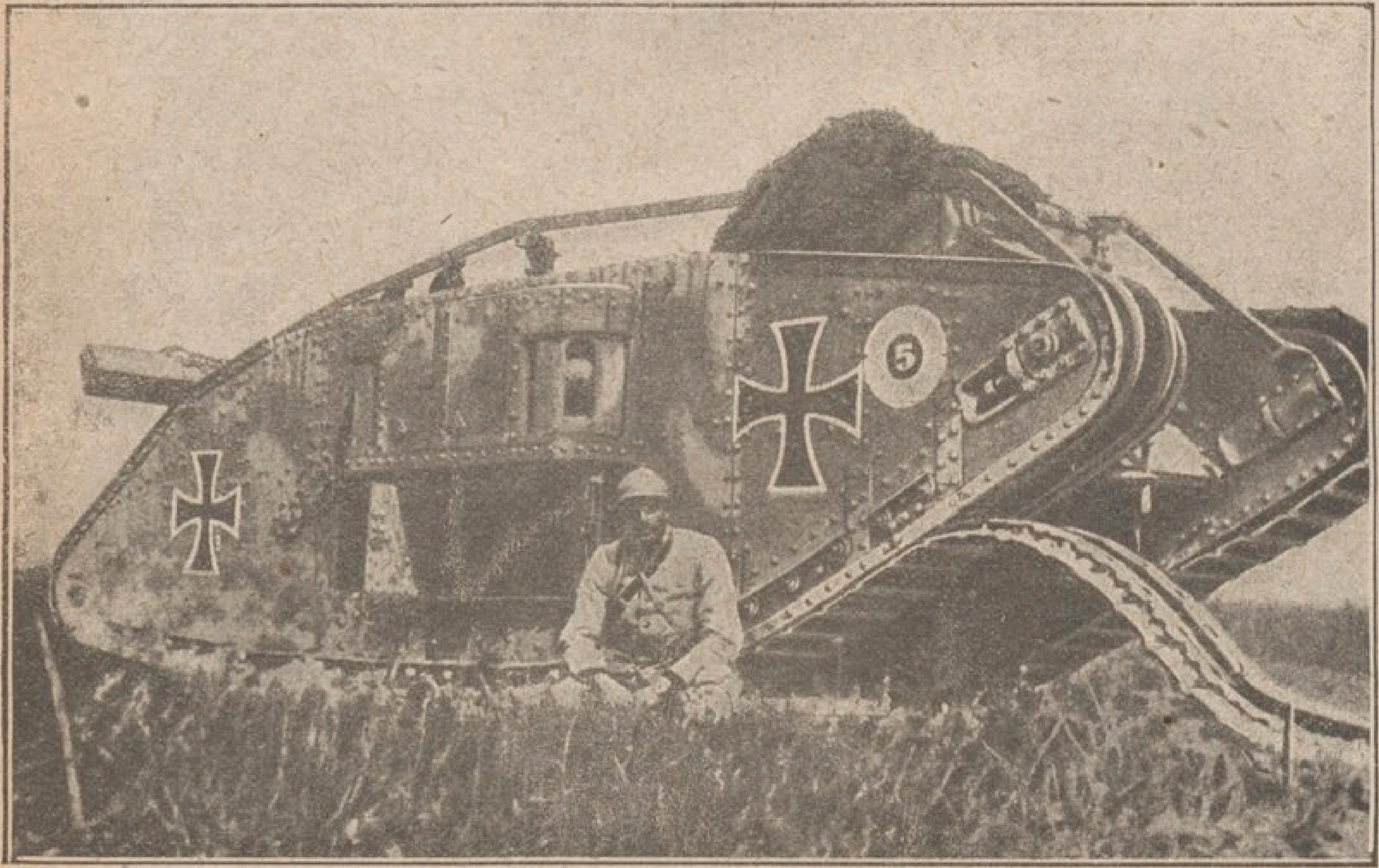
habitants de la capitale, appelés vers minuit à leurs fenêtres par ce formidable grondement, aperçurent tout l'horizon au nord-est irradié par la flamme des milliers de bouches à feu qui se répondaient.

L'ennemi avança pourtant ; il put pénétrer par les diverses routes conduisant à la Marne, entre Château-Thierry et Dormans, et franchir la rivière sur un semblait tellement assuré du succès que, déjà, les journaux allemands annonçaient l'arrivée des invincibles cohortes germaniques à Montmirail, puis à Esternay où elles enlèveraient le chemin de fer de Vitry-le-François, qui suppléait à la coupure de la ligne de Nancy. Et l'on prédisait aussi l'entrée à Epernay des troupes victorieuses du Kaiser, ce qui devait amener

l'encerclement des Alliés dans la montagne de Reims, toujours inviolée.

Ces vastes espoirs s'écroulèrent dès le troisième jour. Les troupes qui s'étaient élancées *nach Paris* sous la protection des gaz empoisonnés, précédées de leurs *sturm divisionen* (divisions d'assaut) soigneusement triées, préparées par un exercice intensif, surexcitées par l'idée qu'elles allaient imposer la paix, ces troupes, engagées dans la poche entre Soissons, Château-Thierry et Reims, furent soudain surprises dans leur marche

Il suffit d'une matinée pour arrêter net l'expansion des masses ennemies dans la poche qu'elles croyaient pouvoir indéfiniment gonfler, pour obliger les Allemands à évacuer Château-Thierry, à traverser de nouveau la Marne, cette fois en vaincus, à s'accrocher en vain sur les hautes collines qui bordent harmonieusement les méandres de la rivière de leurs espaliers d'opulents vignobles montant jusqu'aux crêtes couronnées de forêts. Les masses colossales d'hommes n'ont pu triompher d'un adversaire dont la concep-



VUE LATÉRALE DU TANK ANGLAIS PRÉCÉDENT, TOMBÉ AU POUVOIR DE L'ENNEMI

Pour affirmer leur prise de possession, les Allemands avaient peint des « croix de fer » sur les faces latérales de l'engin de guerre britannique repris par nos troupes.

par l'attaque de flanc non moins minutieusement préparée que leur propre offensive, mais plus rapidement décidée et lancée, sans préparation d'artillerie. Les flancs de l'énorme armée s'attendaient si peu à ce mouvement d'un ennemi qui n'avait, croyait-on dans les états-majors allemands, plus une réserve à utiliser, que les *feldgrau* furent cueillis en plein sommeil par bataillons entiers; canons, mitrailleuses, minenwerfer, munitions fournirent d'immenses trophées à ces troupes françaises dont l'intervention n'aurait pu être annoncée sans soulever des rires ironiques chez des gens qui se disaient certains de la victoire.

tion rapide saura profiter des circonstances et de la présomption de l'assaillant.

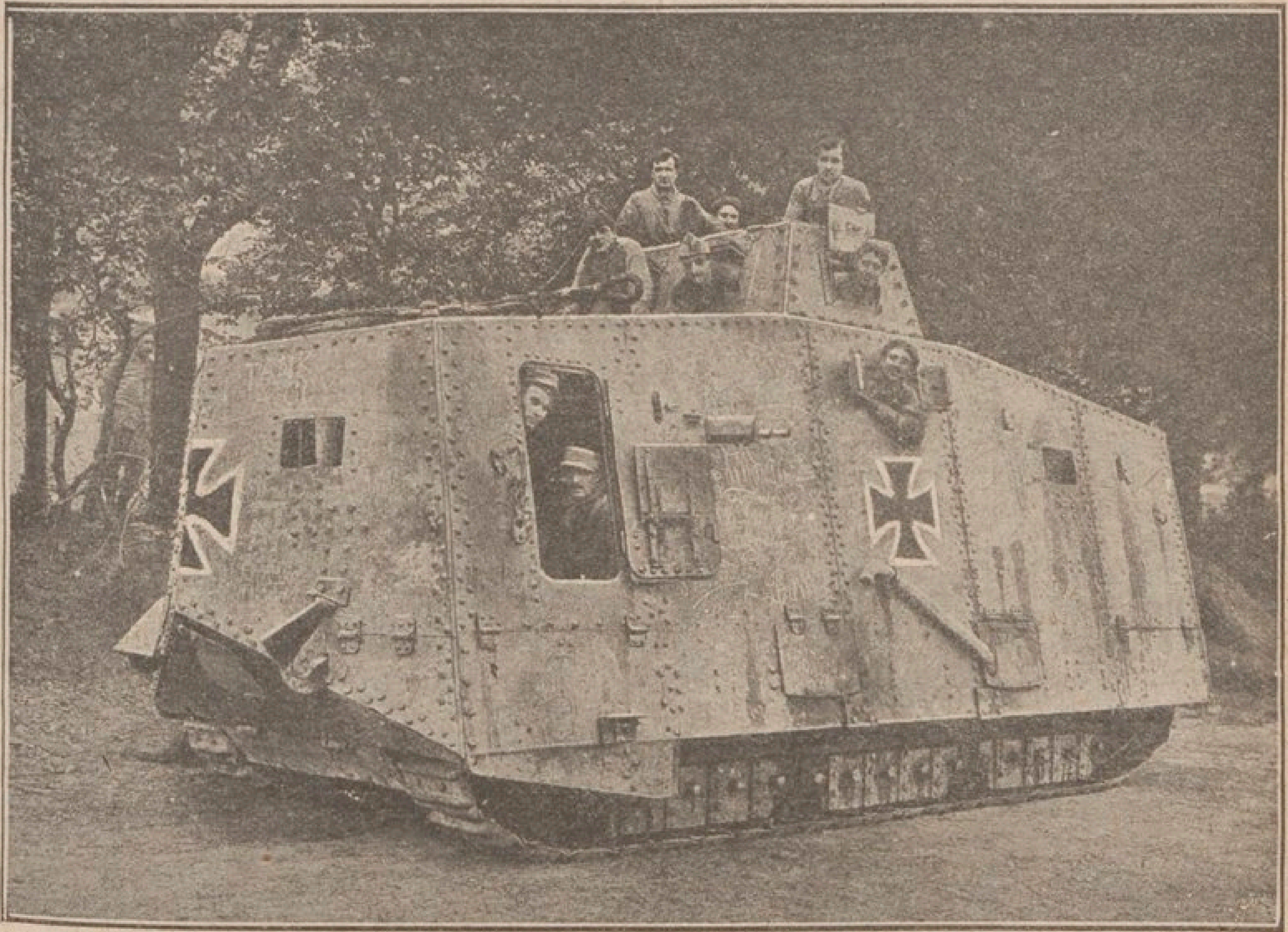
Celui-ci avait escompté non seulement la supériorité de ses effectifs, mais aussi l'emploi d'un matériel perfectionné, d'une puissance accrue par le nombre inouï des engins. Là encore, il a trouvé son maître. A ses gaz, nous en avons opposé d'autres ; son artillerie n'a pu résister à la nôtre ; s'il avait un canon d'accompagnement, nous en possédons un aussi ; nos mitrailleuses ont vu leur effet triplé par celui du fusil-mitrailleur ; les lourds tanks de Krupp n'ont pu tenir contre la nuée de nos petits chars d'assaut, qui ont broyé les rangs et écrasé les nids de mitrailleuses,

et dont l'emploi n'a pas cessé de se développer, comme on le vit en Santerre dans la brusque et heureuse surprise déclenchée le 8 août par les armées franco-anglaises.

Voyons ce que sont ces armes dans chaque armée et étudions leur emploi :

L'Allemagne possède un canon d'accompagnement dérivé du minenwerfer ou canon de tranchée. Ce fut d'abord ce dernier, monté sur roues, puis un type mieux étudié, un peu plus gros que notre ligne jusqu'à cent par kilomètre, lourds, moyens ou légers. On les avait habilement amenés en grand secret sur le front où ils avaient été si bien camouflés que nous n'en avions pas soupçonné la présence. En fait, ils sont loin d'avoir rendu les services espérés ; nos petits tanks en ont triomphé comme en se jouant.

A ce minenwerfer, nous avons opposé, un peu tard, un canon d'infanterie choisi entre divers types proposés, c'est le



PETIT TANK ALLEMAND NE PORTANT POINT DE CANON A L'AVANT

Ce char d'assaut teuton est d'un modèle plus réduit que celui dont nous donnons une photographie en tête de cet article. Il est uniquement armé de mitrailleuses renfermées dans sa carapace. Ce sont de joyeux soldats français que l'on voit à son bord.

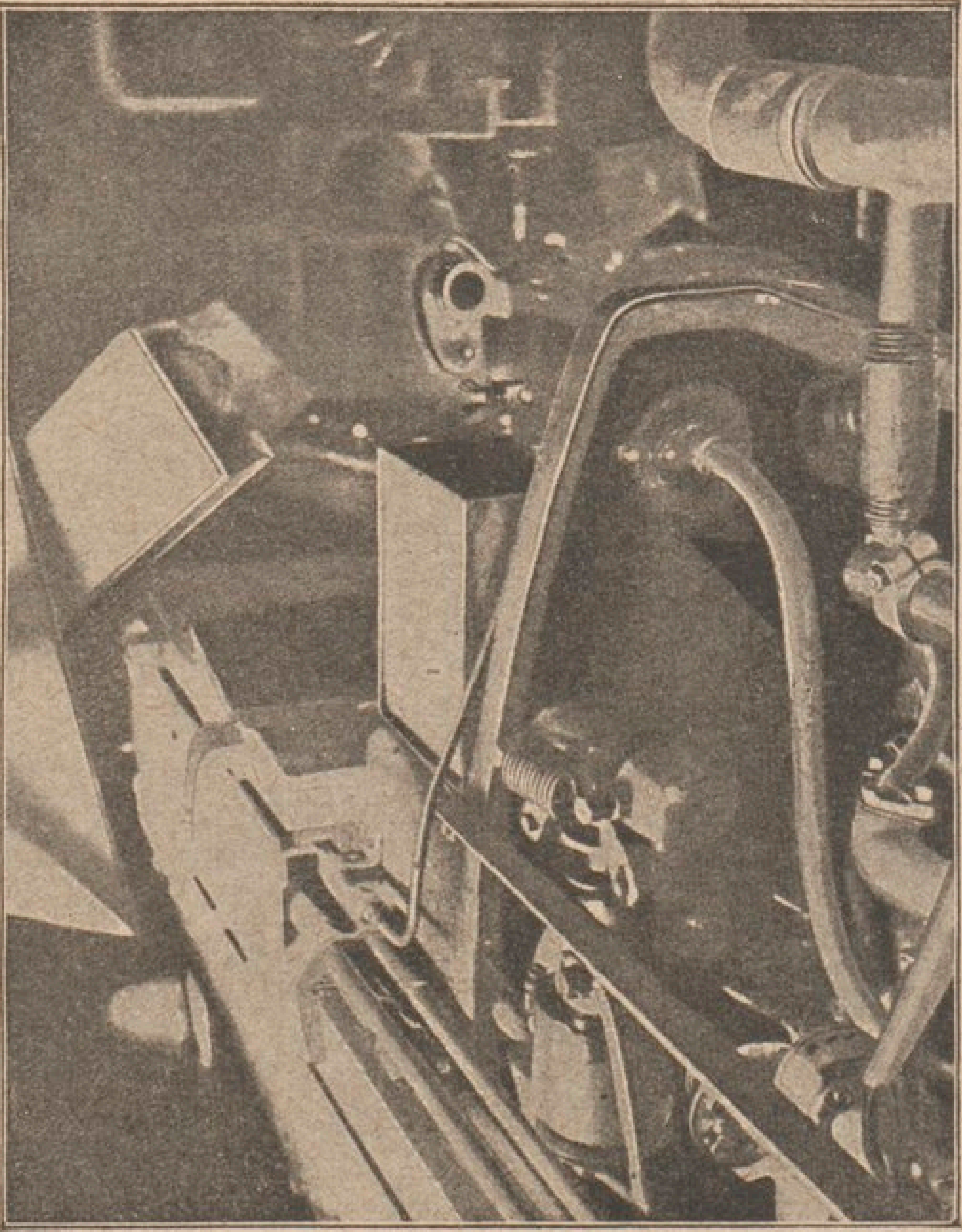
canon de 37 et lançant à trois kilomètres un obus de grande puissance. Chaque bataillon en a quatre dans la défensive ; dans l'offensive, il dispose de deux seulement à cause de la difficulté de ravitaillement. Les hommes attachés aux autres pièces concourent au transport des munitions. Ces canons ont rendu de grands services dans les offensives ennemies, mais ils sont à bout de souffle, à la diète, après deux jours de marche rapide, les obus ne leur parvenant plus. L'ennemi en possède un nombre considérable, car dans certaines attaques, il en avait en

Jouhandeau-Deslandre léger, plus simplement le J.-D., qui pèse seulement 50 kilos et envoie un puissant projectile à mille mètres. On l'utilise concurremment avec un canon de 37 mm. employé dès 1915, généralisé en 1916. Cette dernière pièce est assez lourde : 108 kilos, mais elle peut être démontée en plusieurs parties et porte à 2.500 mètres un projectile très puissant. Nous arrivons un peu tard, mais nous arrivons, — c'est l'essentiel.

Quant aux mitrailleuses, on a vu que nous avons trouvé le moyen d'opposer aux nuées d'engins allemands des outils non

moins efficaces. Le nombre est peut-être plus grand chez l'ennemi, qui supplée à la valeur décroissante du soldat par ces armes meurtrières, mais l'écart sera bientôt comblé. Les Allemands disposent de six mitrailleuses et de dizaines de mitraillettes par compagnie. On conçoit quel feu infernal ils obtiennent grâce à ce nombre d'engins et aux canons d'accompagnement qui les appuient.

C'est dans cet armement intensif de l'infanterie que l'Allemand chercha le moyen de triompher, dans cette guerre qui, depuis quatre ans, lui vaut des déceptions si cruelles. A ce point de vue, il a, quelque temps, gardé la suprématie comme il l'a pour les gaz empoisonnés dans ses obus. Mais, en attendant que cette supériorité lui soit ravie, sa force est détruite par notre puissance en d'autres éléments de la bataille. Je ne parle pas de la valeur combative des Alliés, qui s'affirme de plus en plus prépondérante, mais de notre formation en escadrons parfois compacts de chars d'assaut légers appelés à transformer profondément la tactique, et surtout de notre aviation à laquelle l'ennemi ne peut opposer que des escadrilles inférieures en nombre, en audace, en habileté. Quand on connaîtra tous les détails de la gigantesque bataille du Tardenois et de la plaine champenoise, également ceux de notre marche foudroyante en Santerre, on verra combien fut grande la part de nos avions de réglage dans l'excellence du tir de nos batteries, dans le trouble qui a régné dans la retraite ennemie.



MACHINERIE INTÉRIEURE D'UN TANK ALLEMAND

Cette machinerie a été quelque peu détraquée par nos obus ; à l'avant, on distingue vaguement le moteur, un Benz ou un Mercédès de grande puissance.

On pourrait donner d'autres raisons du succès de notre riposte à la grande offensive allemande, dire, par exemple, les précieux services de la télégraphie sans fil appliquée largement pour remplacer le téléphone et les agents de liaison par la communication entre le front et les avions de reconnaissance, obtenue grâce à d'ingénieux appareils, mais cela nous mènerait loin, et peut-être vaut-il mieux ne pas insister.

Il est des secrets qui, bien gardés, suffisent à eux seuls à gagner des batailles.

On célébrait à l'envi, avant la guerre, les facultés organisatrices des Allemands, dans l'ordre commercial comme dans l'ordre militaire. Leur esprit méthodique n'est pas niable, et la ténacité poussée jusqu'à l'exaspération est une autre particularité de leur caratère. Mais cette méthode rigide qui marque toutes leurs conceptions se retourne fréquemment contre eux ; on l'a vu dans leurs offensives avortées du mois de juillet. Tout avait été minutieusement réglé à l'avance, les instructions données aux combattants comportaient de tels détails qu'elles frisaient la puérilité. Le gigantesque automate remonté, on l'avait lancé à l'attaque sans songer au grain de sable qui pouvait brusquement détraquer son mécanisme.

ARDOUIN-DUMAZET.

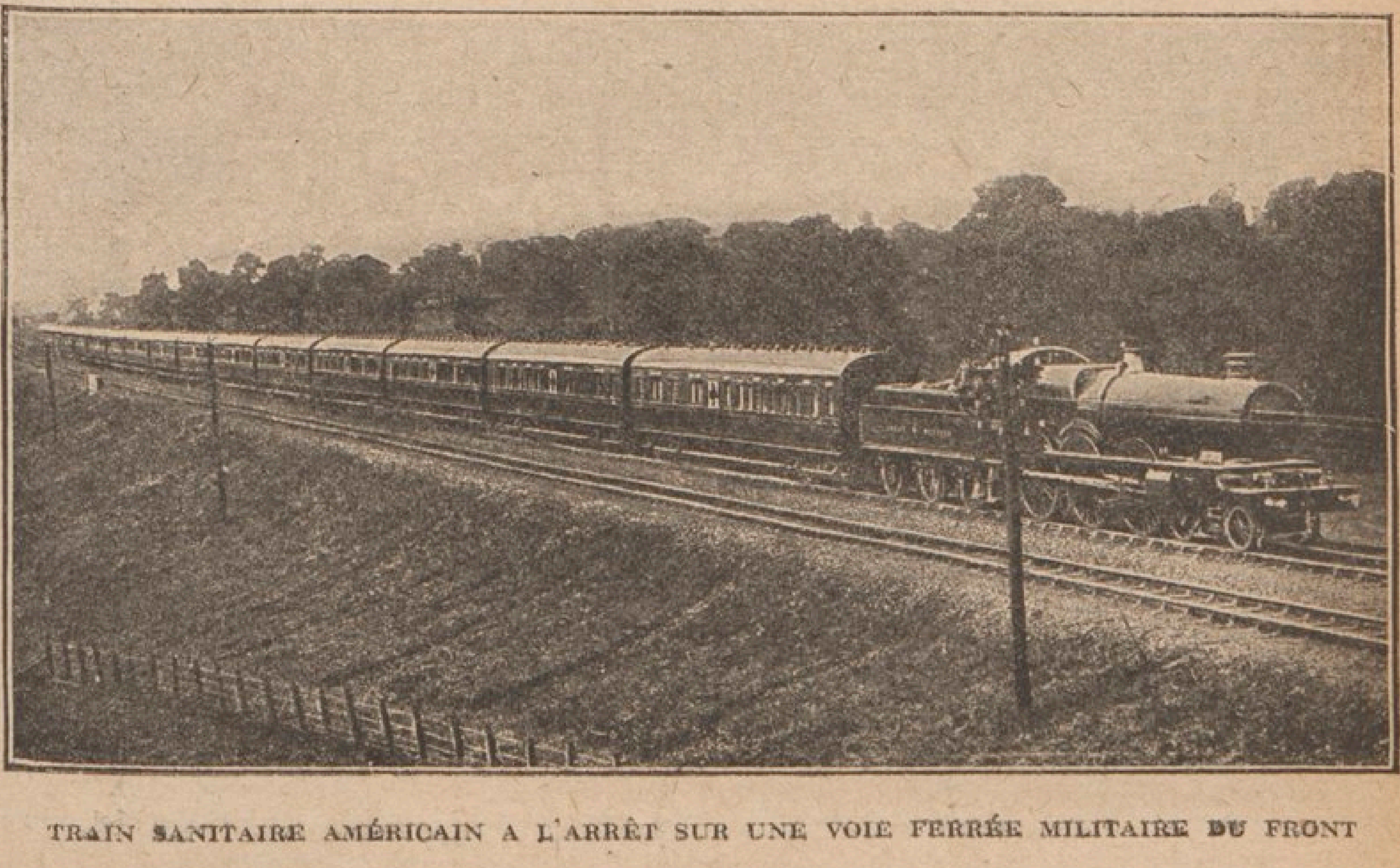
LES TRAINS SANITAIRES AMÉRICAINS SONT DES MERVEILLES DE CONFORT

Par Georges BELL

L'aide des Etats-Unis n'avait pas attendu, pour s'affirmer, que nos nouveaux alliés aient pris une part active dans le grand conflit mondial. Dès le début, sans chercher encore à discerner de quel côté étaient le droit et la justice, la charité américaine avait envoyé indifféremment des secours aux deux groupes de belligérants. C'est surtout vers les blessés et les populations des pays envahis qu'elle se porta tout d'abord ; des millions de dollars furent donnés pour procurer pansements, automobiles, ambulances à nos hôpitaux du front et de l'arrière, pour assurer le ravitaillement de la Belgique, de nos départements du Nord et de l'Est, tombés sous le joug allemand.

En même temps que des secours, une pensée touchante présida à l'envoi de cadeaux et de souvenirs, à l'occasion des fêtes du premier Noël de guerre, aux enfants de ceux qui sacrifiaient leur vie à la justice de leur cause ou au bon plaisir du maître qu'ils s'étaient donné. Il nous souvient encore d'avoir vu, dans le port de Marseille, le *Jason*, un grand navire charbonnier d'escadre américain, d'où l'on débarquait des milliers de caisses contenant des cadeaux pour les enfants de France, tandis que d'autres paquebots, portant la bannière étoilée, amenaient une semblable cargaison sur les côtes anglaises et dans les ports de la Baltique. Et peut-être que, maintenant encore, les enfants allemands s'amusent avec des jouets apportés d'Amérique, neutre alors, par ces mêmes navires qui débarquent aujourd'hui dans les ports de France et d'Angleterre vivres, troupes et munitions, sans trêve, sans relâche, par millions de tonnes, par divisions entières, sans que la sournoise flotte sous-marine ennemie y puisse mettre obstacle.

Sur cette question des transports, telle que l'ont comprise et résolue les Américains, on écrira d'intéressants volumes. Quand il s'agit de la mission que la Croix-Rouge américaine s'efforce, à l'heure actuelle, d'accomplir en France, le service des transports prend une très grande importance. Le succès des efforts de la Croix-Rouge dépend, en majeure partie, d'une chose : la prompte répartition



TRAIN SANITAIRE AMÉRICAIN A L'ARRÊT SUR UNE VOIE FERRÉE MILITAIRE DU FRONT

de ses dons, la rapide exécution de ses services. Le seul fait de ne pas parvenir à ce résultat équivaudrait à réduire à néant, ou presque, les vastes ressources de cette organisation. A quoi serviraient tous les millions de dollars que le peuple américain lui a confiés si, par la faute de la Croix-Rouge, une boîte de pansements venait à manquer dans un poste de secours avancé pendant une attaque? Les approvisionnements destinés à la Croix-Rouge arrivent dans quatorze ports en France, où d'importantes équipes, dont quelques-unes comptent parfois jusqu'à trois cents hommes, déchargent une moyenne de 2.500 tonnes par mois. Dans un port, en un seul jour, 300 tonnes furent débarquées. Un seul bateau apporta en une seule fois 988 tonnes de marchandises emballées dans 38.000 caisses.

A Paris, les approvisionnements de la Croix-Rouge américaine arrivent non seulement dans les gares, mais encore sur les quais, le long de la Seine, où chaque semaine on ne débarque pas moins de mille tonnes. Un hall de 183 mètres de long sur 15 mètres de large, dans l'une des gares de marchandises les plus importantes de la capitale, est réservé uniquement aux caisses de la Croix-Rouge, dont 80 % passent par Paris. Là, quarante-cinq hommes sont constamment au travail. Quelquefois, cette équipe est doublée, car il y a souvent 15.000 caisses à la fois sur le quai. Le tonnage moyen qui passe chaque semaine entre les mains de cette équipe est de 2.000 tonnes, chaque tonne représentant entre dix et douze caisses. Dans un moment grave, alors qu'il était urgent de faire vite, 92 wagons de marchandises et produits divers furent déchargés en trente-deux heures.

Parmi les détails importants de cette puissante organisation, il convient de mettre en première ligne les trains sanitaires destinés à transporter rapidement et confortablement les blessés de la ligne de combat et des postes de premiers secours jusque dans les villes de l'arrière, où d'immenses hôpitaux ont été contruits pour les recevoir, les soigner et les guérir. Seize de ces trains sont actuellement en France où, déjà, ils fonctionnent régulièrement. Leur dépôt est situé dans une grande gare, aux portes de Paris, où leurs longues files de voitures, de dimensions et de peinture uniformes, s'alignent à côté d'autres trains sanitaires français, composés plus sommairement de voitures à voyageurs dont l'intérieur a été transformé en conséquence.

Un train sanitaire américain donne, dès qu'on voit de loin l'ensemble de ses voitures couleur « kaki » et marquées de la Croix-Rouge sur chacune de leurs faces latérales, une impression de confort extraordinaire. Il a l'aspect d'un de ces convois de wagons-lits que l'on voit circuler sur nos grandes lignes et qui sont réservés aux express internationaux et aux voyageurs que n'effrayent pas les suppléments élevés ajoutés au prix des places de luxe. Longue de vingt mètres, large de trois et élevée d'une hauteur égale au-dessus de ses essieux, chaque voiture représente un cube dans lequel tiendrait à l'aise plus d'un appartement parisien. Lourde et trapue, montée sur boggies à six roues, suspendue sur un système de ressorts qui forment, sous la caisse, un sommier parfait, elle est à l'abri des moindres secousses, et le blessé qu'on y tranporte, pauvre être endolori, sensible au plus petit cahot, y est comme bercé. Aussi longtemps qu'il le faudra, sous l'œil des officiers médecins et du personnel du train, on pourra l'emmener, loin du front et du fracas de la bataille, aussi confortablement installé qu'il le sera dans l'hôpital définitif où il résidera jusqu'à sa convalescence. C'est simplement merveilleux.

BLESSÉS AMÉRICAINS AMENÉS AU TRAIN SANITAIRE A L'ISSUE D'UNE JOURNÉE DE COMBAT

Mais nous n'avons encore parlé ici que de

l'aspect extérieur. L'intérieur, s'il n'a pas, dans la partie réservée aux blessés, le luxe des sleeping-cars, comporte une installation aussi parfaitement conçue pour le but auquel elle est destinée : accès facile aux brancards et aux civières, circulation aisée, aération, chauffage, toutes facilités données au personnel médical et infirmier pour le service.

Chaque train comporte seize voitures qui, naturellement, communiquent entre elles. Dix de ces voitures sont spécialement affectées aux blessés ou aux malades ; les six autres sont réservées au personnel, à la pharmacie, aux cuisines et à l'approvisionnement du train. Le personnel attaché au train se compose de 42 personnes : deux capitaines, un lieutenant, un pharmacien, un gestionnaire, trois sergents, un mécanicien, quatre infirmières et vingt-six infirmiers. L'ensemble du train peut contenir 360 blessés couchés ou 480 assis ; nous verrons plus loin comment, dans ce dernier cas, sont disposées les couchettes particulières.

Si nous parcourons le train d'un bout à l'autre, la première voiture dans laquelle on pénètre est celle qui est réservée aux malades contagieux et aux prisonniers blessés. Elle contient vingt-quatre lits seulement. Vient ensuite la voiture de l'état-major du train et des infirmières. Elle est coupée en deux, comme, dans certains trains de voyageurs de nos grandes lignes, le sont les voitures mixtes dont une moitié est occupée par les places de première et l'autre par les places de deuxième ; une porte, dans le milieu du couloir latéral, établit la séparation. Dans la première partie, celle attenant à la voiture des contagieux, sont logées les infirmières ; dans la seconde, les deux capitaines et le lieutenant. Les infirmières ont leur salle à manger spéciale et leurs compartiments réservés, où, comme dans les wagons-lits, c'est en retournant la banquette et en redressant le dossier que l'on dispose les deux couchettes au-dessus l'une de l'autre. Les officiers ont chacun leur compartiment, avec table à écrire, bibliothèque, armoires, etc... Leur salle à manger, confortable, élégante même, leur sert également de fumoir, de salle de réunion et de jeux. Dans cette même voiture,

AVEC DES PRÉCAUTIONS INFINIES, LE BLESSÉ EST PLACÉ DANS LE WAGON

comme dans toutes celles du train, d'ailleurs, lavabos, salles de bains, calorifère à charbon, qui permettra d'assurer le chauffage des compartiments lorsque le train, étant à l'arrêt, est privé de sa locomotive, dont la vapeur alimente ordinairement les radiateurs.

La voiture suivante, la troisième est consacrée à la cuisine et à ses dépendances. On y voit, à côté des fourneaux, un appareil pour faire l'eau distillée, une glacière. La cuisine n'occupe exactement que le centre du wagon : d'un côté se trouvent le compartiment de la blanchisserie et le garde-manger des officiers ; de l'autre, la chambre des cuisiniers, une salle à manger et une salle de bains réservée aux officiers blessés, dont les lits, dix-huit, occupent la moitié de la voiture suivante.

INTÉRIEUR D'UNE VOITURE-AMBULANCE POUR LES BLESSÉS LÉGERS

Les quatrième, cinquième, sixième et septième voitures sont les ambulances dont nous donnerons plus loin la description technique détaillée.

La huitième voiture, celle qui occupe exactement le milieu du train, est le wagon-pharmacie, qui comprend, en plus de la grande salle centrale où se font les opérations et où se préparent les pansements, un dispensaire, une cabine de stérilisation avec ses autoclaves, un dépôt de brancards de secours et trois couchettes supplémentaires, la cabine de l'officier d'administration du train, celle du pharmacien et, enfin, douze lits extrêmement confortables destinés aux grands blessés.

A la suite du wagon-pharmacie, on traverse cinq voitures-ambulances semblables ; puis, on pénètre dans la partie du train réservée uniquement au personnel hospitalier à qui sont affectées les trois dernières voitures.

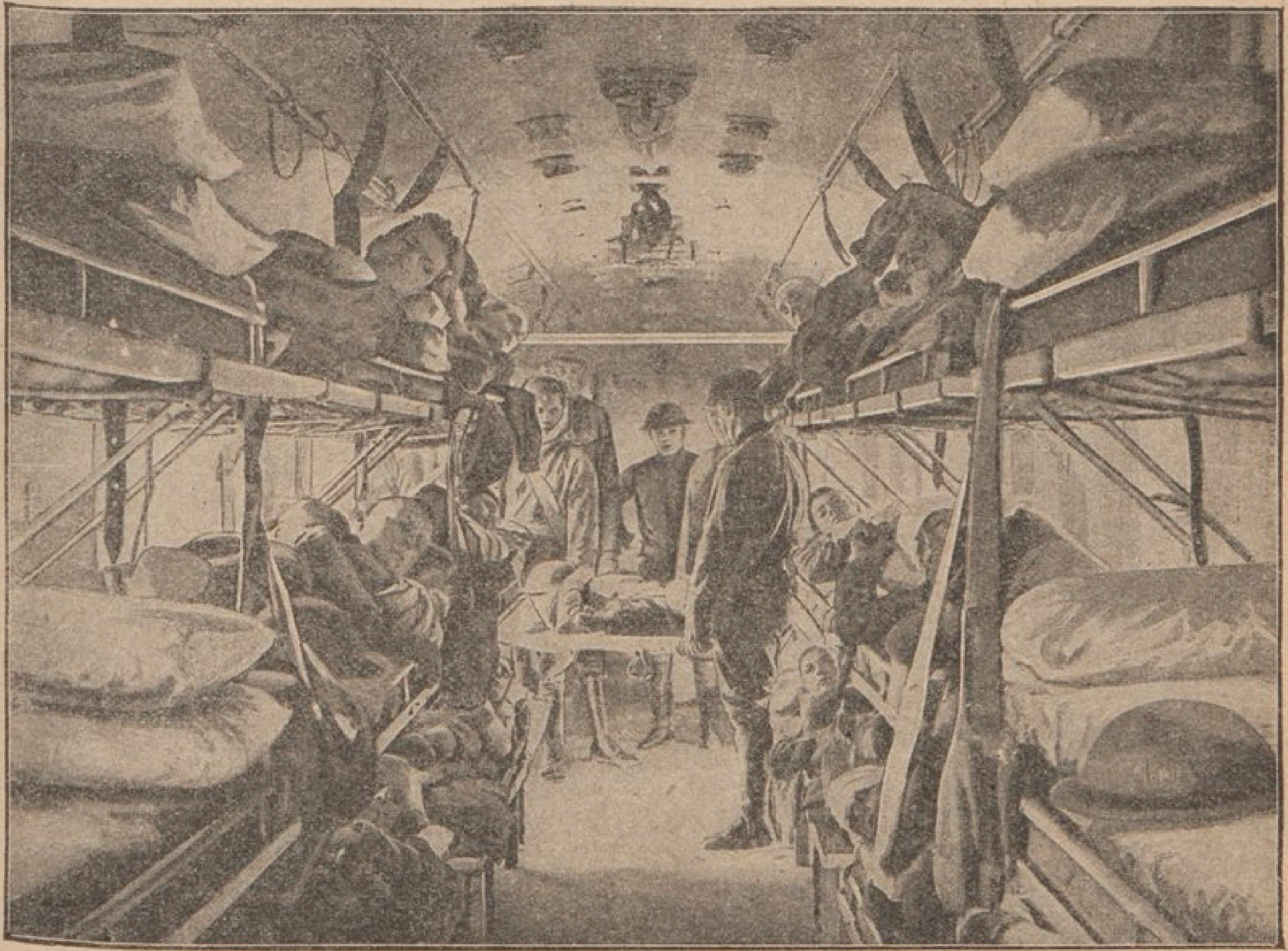
C'est d'abord, quatorzième voiture, la cuisine des soldats où se prépare la nourriture des infirmiers et celle des blessés qui, malgré leur état, peuvent s'alimenter normalement ; puis le mess des sous-officiers, et les compartiments où s'emmagasinent les bagages des officiers. La quinzième voiture, c'est la chambrée ; elle est en tout semblable aux wagons-ambulances et contient le nombre suffisant de lits pour tout le personnel. Comme dans les autres, nous y voyons lavabos et toilettes.

Enfin, dans le seizième et dernier wagon sont les approvisionnements du train : denrées, conserves, boissons, réserves d'oreillers et couvertures à rendre jaloux les entrepreneurs de ce service spécial que l'on entend proposer leurs objets sur les quais des gares, à l'heure du départ des trains de voyageurs. Les armoires sont pleines de serviettes, draps et linge de corps à l'usage des blessés ; vaisselle et verrerie, cuvettes, bassines, crachoirs ; provision de charbon pour les fourneaux des cuisines. Et, pour finir, nous nous heurtons, tout au fond du wagon, à une épaisse cloison dans laquelle est ménagée une porte épaisse, lourde, matelassée. On ouvre cette porte ; c'est celle du frigorifique dans lequel se balancent de gros quartiers de viande qui suffiront à un voyage d'aller et de retour du train.

Il nous reste maintenant à décrire les voitures-ambulance elles-mêmes. A l'exception d'un espace restreint, à l'une des extrémités, où sont aménagés le lavatory, la salle de bain et le passage qui assure la communication avec la voiture précédente, tout le wagon ne forme qu'une seule salle dans

laquelle on compte trente-six lits, disposés dans le sens de la longueur et superposés, trois par trois, les uns au-dessus des autres. Un espace vide est réservé dans le milieu de la voiture, c'est là que sont les portes d'accès à deux battants par lesquelles pénètrent les blessés assez valides pour pouvoir monter eux-mêmes dans le train et par où l'on passe les civières. On peut ainsi indistinctement embarquer les blessés par la droite ou par la gauche du train, ce qui est un réel avantage.

Comme confortable, tout semble avoir été prévu dans ces voitures-ambulances. Sur

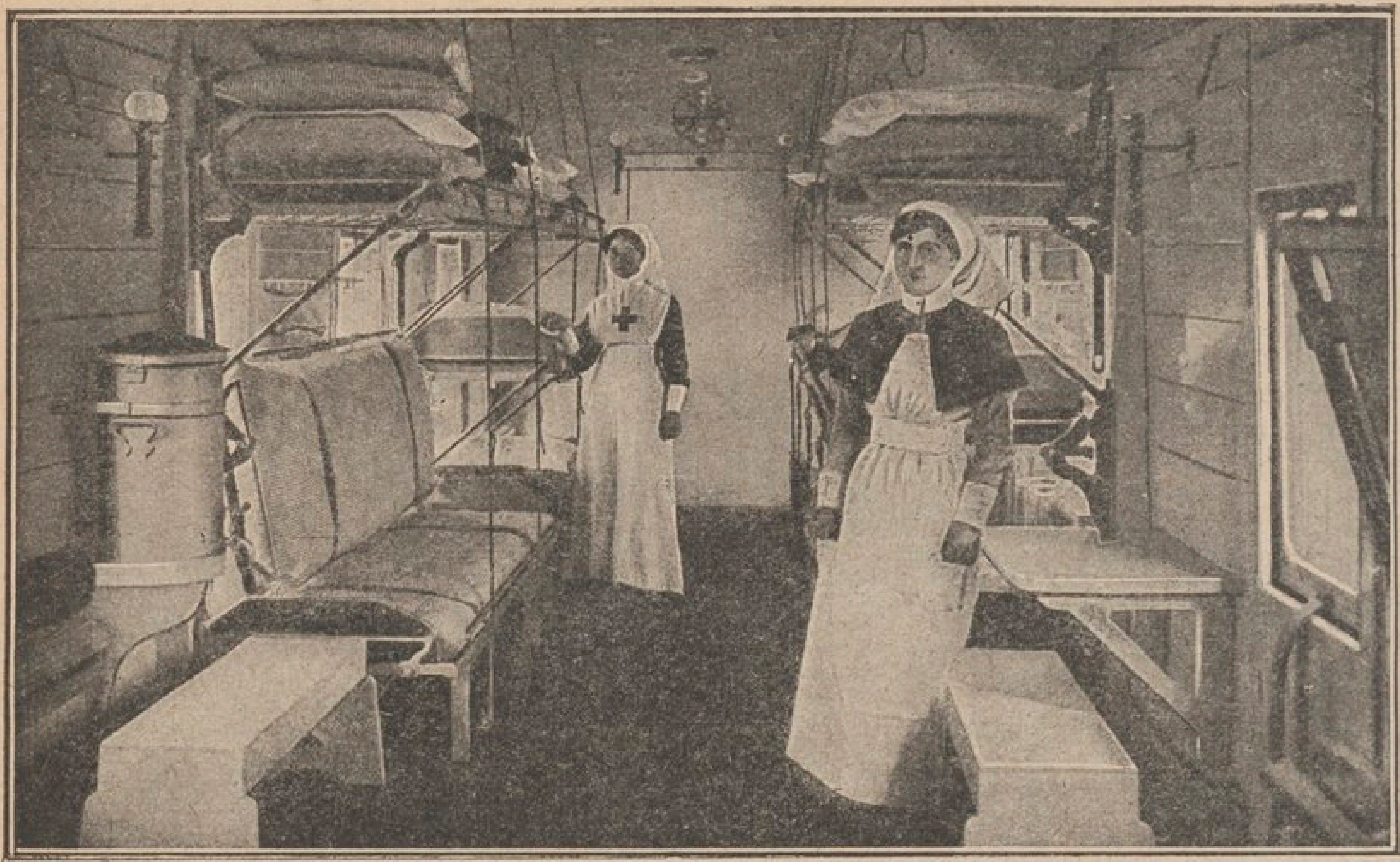


INSTALLATION DE L'UN DES WAGONS-AMBULANCES POUR LES GRANDS BLESSÉS

toute la longueur et de chaque côté, courant sous les deux rangées de couchettes, sont disposés les radiateurs à vapeur qui, en hiver, entretiendront une température régulière. Au plafond, deux grandes lampes électriques éclairent suffisamment toute la voiture, mais, la nuit, une veilleuse seule est maintenue allumée pour permettre la circulation du personnel préposé aux soins des blessés. Quelques porte-bougies sont fixés aux parois du wagon ; on les utiliserait au cas où l'électricité viendrait à faire défaut.

L'aération des voitures a été étudiée et assurée d'une façon parfaite. Trente fenêtres, quinze de chaque côté, peuvent s'ouvrir à volonté. Pour activer davantage la circulation et le renouvellement de l'air pendant les grandes chaleurs, trois ventilateurs électriques puissants sont disposés sous le toit de la voiture ; en outre, deux autres ventilateurs, plus petits, portatifs, peuvent, si un malade en a besoin, être placés à la tête des lits, où on les fixe à un crochet, à côté de la prise de courant. Au long de chaque lit, à portée de la main, un cendrier, un crachoir et un filet vide-poche où le blessé dépose les objets d'usage courant et ceux dont il ne veut pas se séparer. Rien n'a été négligé, on le voit, pour assurer le bien-être des hommes transportés. Chaque wagon comporte, dans un des angles du couloir de sortie, un réservoir d'eau potable auquel, à tout instant, on peut venir puiser. Sur le toit de toutes les voitures, d'ailleurs, des réservoirs ont été disposés, qui peuvent contenir une provision globale de 14.000 litres d'eau.

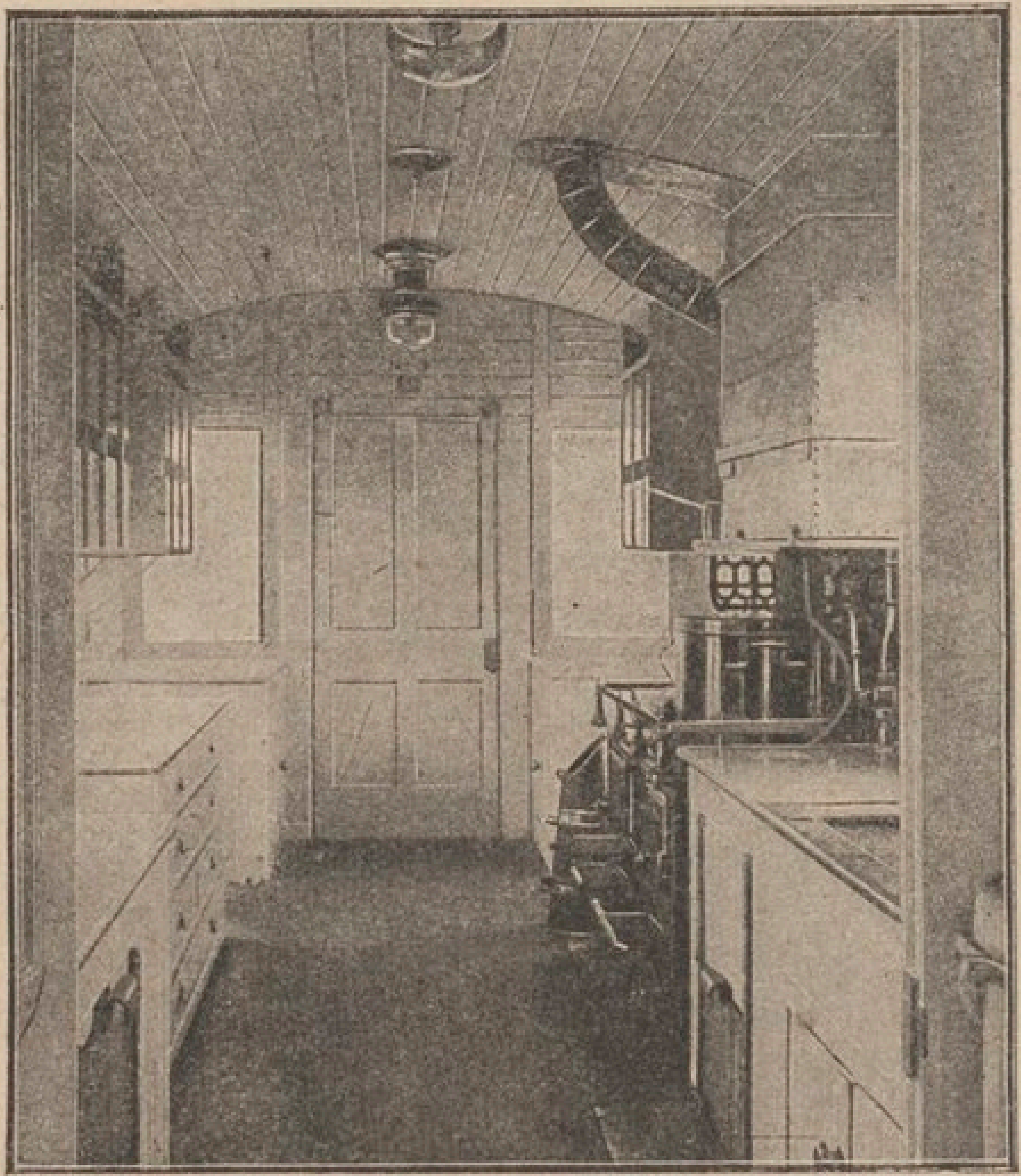
L'ensemble du train peut, ainsi, transporter un total de 360 blessés ou malades couchés ; mais si les hommes n'ont pas été atteints au



COMPARTIMENT POUVANT ÊTRE AMÉNAGÉ POUR LES BLESSÉS OU LES MALADES ASSIS

point de ne pouvoir se tenir debout, on relève alors contre la paroi du wagon et on les y fixe à l'aide de courroies et de crampons, les deux couchettes supérieures ; celle du bas se trouve alors transformée en une banquette sur laquelle quatre personnes peuvent s'asseoir. Dans ces conditions, le train peut donner place jusqu'à 480 hommes assis.

Nous avons vu plus haut qu'une voiture, la quatrième, était réservée par moitié aux officiers blessés. Cette voiture n'est pas aménagée autrement que les autres ; seule, une grande portière-rideau se déploie en travers du wagon et établit une séparation entre les officiers et les soldats. De même, la première voiture, celle qui est destinée aux malades contagieux, ne contient que vingt-quatre lits, répartis dans deux compartiments fermés par des portes et séparés par un espace réservé au service. Ces compartiments contiennent douze lits chacun; dans l'un d'eux, s'il est nécessaire, peuvent être hospitalisés les prisonniers blessés.



LA CUISINE EST D'UNE IMPECCABLE PROPRETÉ

Le service de cette voiture spéciale est assuré plus particulièrement par les infirmières, et c'est pour cette raison que le logement de celles-ci a été disposé dans la première partie du wagon attenant.

Quand nous aurons dit que la plus grande propreté règne dans cet hôpital roulant d'évacuation; que les ordres s'y transmettent d'un bout à l'autre à l'aide d'un appareil téléphonique

qui met en communication toutes les voitures ; que l'on y a même prévu les moyens de distraire les hôtes de passage : un phonographe dans la salle à manger des officiers blessés, quelques guitares ou banjos dans la voiture du personnel, où quelques-uns des infirmiers en pincent avec talent et non sans goût, nous aurons donné une idée complète d'un des trains sanitaires que les troupes américaines emploient depuis près d'un an sur les réseaux français.

Chaque voiture mesure environ vingt mètres ; la longueur du train, sans compter la locomotive, son tender et le fourgon de queue, est donc de trois cent vingts mètres, et son poids total, à raison de vingt-six tonnes par wagon, est de 416.000 kilos. Quant au prix (construction et aménagements) on peut l'estimer à 500.000 fr. environ.

En plus de ces trains sanitaires, le service de santé américain comprend d'innombrables postes de pansement, le plus près possible du front, des hôpitaux d'évacuation de 1.000 à 1.500 lits chacun, des hôpitaux de base, des infirmeries sur les lignes de communication pour les soins à donner en cours de route, des dispensaires dans les villages où les troupes sont cantonnées, des cuisines et pensions pour infirmières, des établissements auxiliaires pour la fabrication des anesthésiques, de la glace, des attelles, des laboratoires de recherches scientifiques, des cuisines, glacières, lessiveuses et bains portatifs, des ambulances dentaires, ophtalmologiques (pour sauver la vue par des secours immédiats, en cas d'attaque par les gaz), etc... Il y a encore dix-huit stations de repos pour recevoir les soldats qui tombent malades entre le port de débarquement et le front.

Comme le personnel lui-même peut être malade, quarante dispensaires lui sont réservés, et des groupes ambulants, formés d'un docteur et de deux infirmières, font des tournées dans certains villages déterminés, où ils rendent de grands services en remplaçant les médecins français mobilisés. Et ceci, qui a l'air de sortir du cadre de la guerre, entre cependant dans la catégorie des services que la Croix-Rouge doit rendre aux soldats américains, car, en soignant les habitants des villages, ces docteurs y préviennent les épidémies, y améliorent l'hygiène pour l'arrivée de leurs compatriotes.

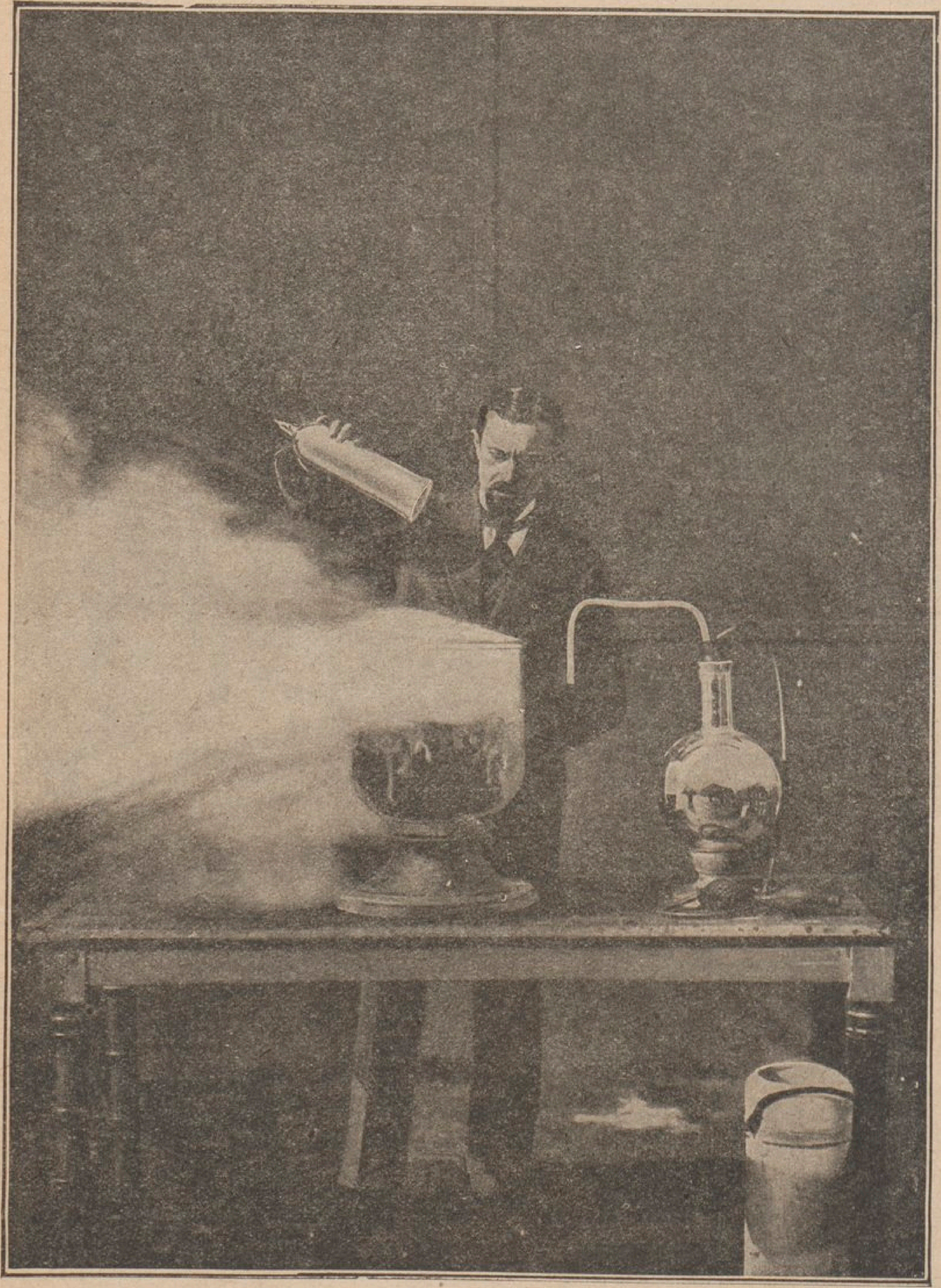
D'un peuple qui possède une telle organisation, on peut trouver que, mises à part les sympathies naturelles qui nous rapprochent de lui, il vaut mieux l'avoir pour ami que pour ennemi. C'est précisément ce que les Allemands n'ont pas su comprendre.

GEORGES BELL.

DESCENDU DU TRAIN SANITAIRE, LE BLESSÉ VA ÊTRE TRANSFÉRÉ A L'HOPITAL

En cours de route, on lui a fait tous les pansements nécessaires et posé les appareils indispensables pour assurer l'immobilité de sa jambe fracturée.

EXPÉRIENCE MONTRANT LA FORTE DENSITÉ DE L'AIR LIQUIDE



L'opérateur verse de l'air liquide dans un récipient de dimensions moyennes aux trois quarts rempli d'eau, et les pesants globules de cet air liquéfié s'enfoncent dans la masse d'eau, au fur et à mesure que s'opère leur volatilisation.

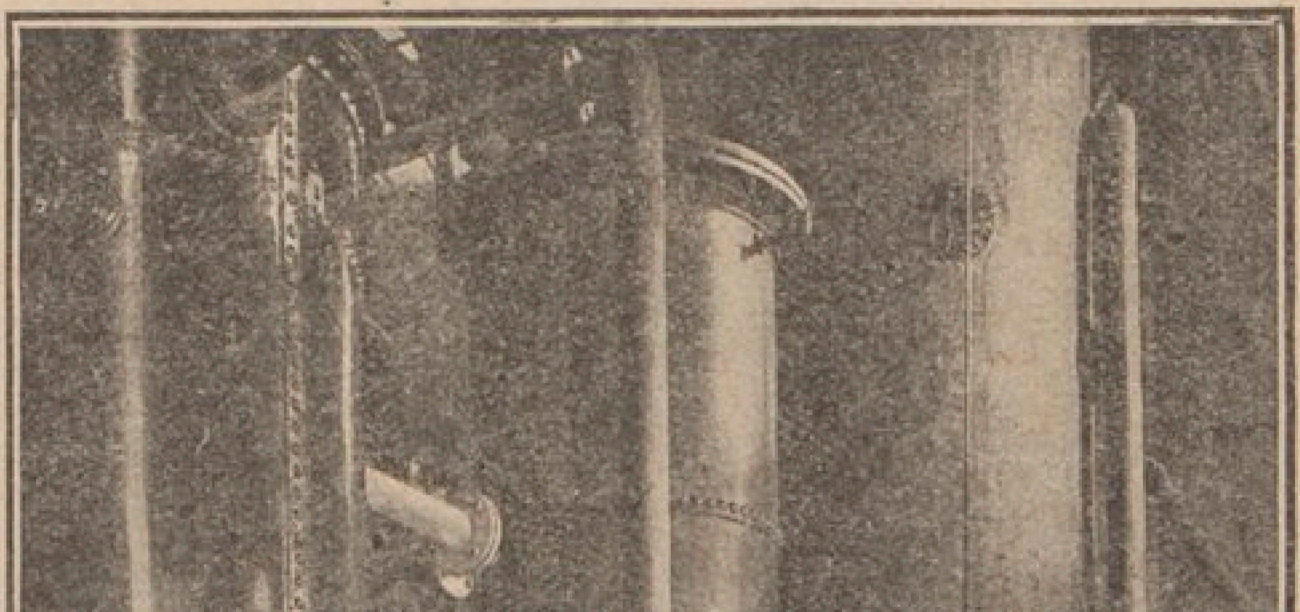
LES GAZ LIQUÉFIÉS ET LEUR USAGE DANS L'INDUSTRIE

Par Simon GENTIL

Depuis une trentaine d'années, l'emploi des gaz a pris une importance sans cesse croissante dans l'industrie moderne, et leur fabrication nécessite maintenant des installations spéciales. D'ordinaire, on les comprime ou on les liquéfie, ce qui facilite leur manutention, car on peut alors les transporter aisément dans des cylindres en acier jusqu'aux lieux d'utilisation. Il suffit, pour les extraire de ces récipients et s'en servir immédiatement, d'ouvrir un simple robinet.

Le premier de ces gaz qui reçut des applications industrielles fut l'*acide carbonique*, liquéfié dès 1823 par Faraday à 0° et sous la pression de 36 atmosphères. Un peu plus tard, Thilorier l'obtint en plus grande quantité, grâce à son appareil classique, formé d'une chaudière cylindrique en plomb de 6 à 7 litres de capacité, recouverte de cuivre rouge renforcé par des pièces en fer et suspendue entre les deux pointes d'un support en fonte. Un tube, muni de deux robinets à ses extrémités, relie ce générateur à un vase de plomb renfermé dans un cylindre de cuivre cerclé de fer. Pour produire l'acide carbonique, on introduit dans le générateur 1.800 grammes de bicarbonate de soude, 4 lit. 5 d'eau à 35° environ et un cylindre en cuivre contenant un kilogramme d'acide sulfurique concentré, puis on le ferme, et on le fait osciller autour de son axe. L'acide sulfurique, en s'écoulant, réagit sur le bicarbonate. Au bout de dix minutes, on ouvre les robinets, et, en vertu de la différence de température existant entre les deux parties de l'appareil, l'anhydride distille dans le condensateur. En recommençant cinq ou six fois la même opération, on peut accumuler une quantité de 2 litres de liquide carbonique.

Toutefois, si le procédé Thilorier permit quelques usages pratiques de ce composé du carbone, il était encore beaucoup trop coûteux pour qu'on pût l'employer sur une vaste échelle. La fabrication en grand de l'acide carbonique ne remonte guère



LE DÉGAZEUR ET LES APPAREILS ANNEXES

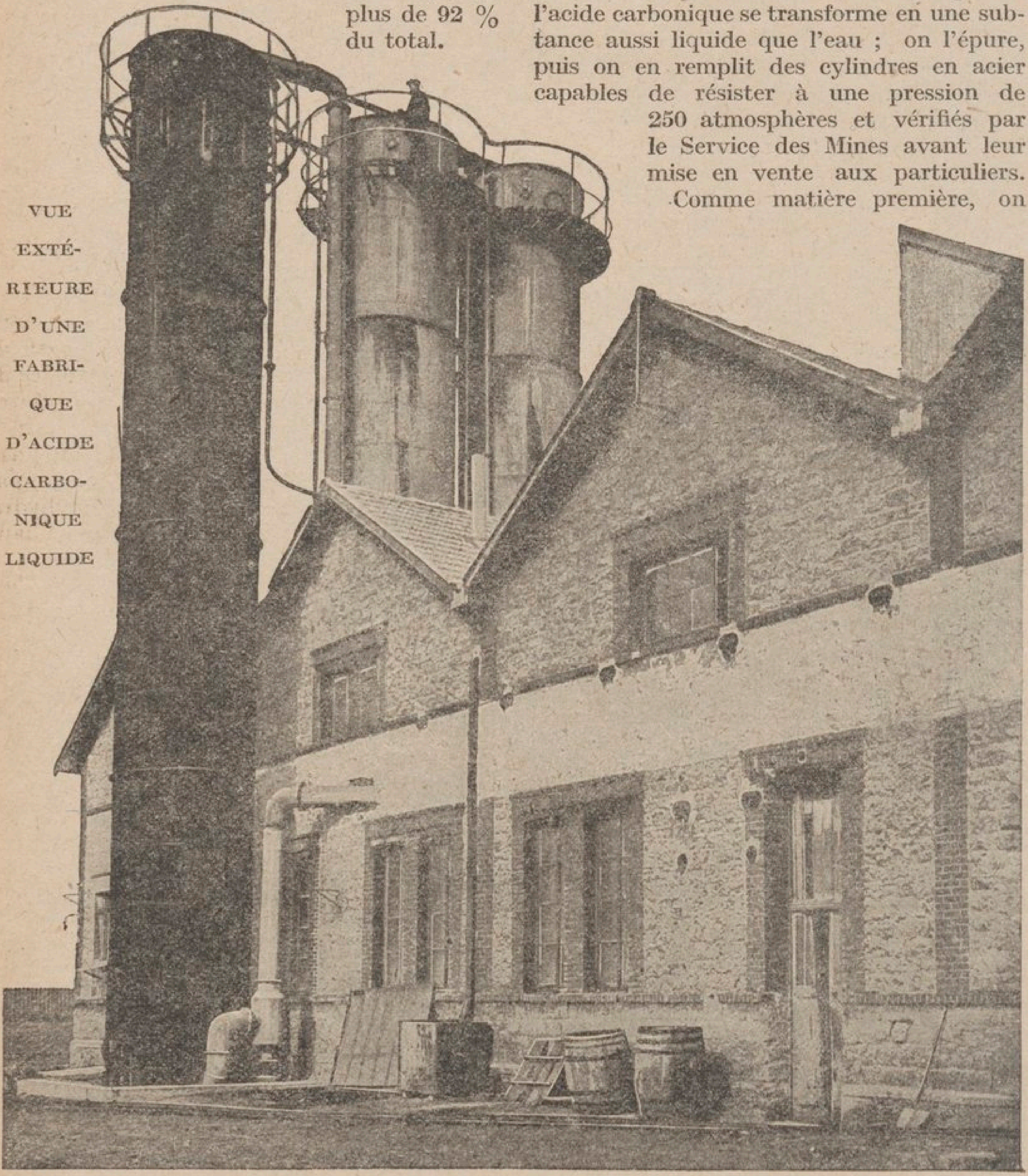
Au cours de son passage à travers le dégazeur, la dissolution de bicarbonate de potasse est réchauffée et se décompose en monocarbonate, tandis que l'acide carbonique se dégage.

qu'à 1878, et même ne prit un rapide essor qu'à partir de 1884, date de la chute de divers brevets dans le domaine public. Quelques chiffres suffisent à montrer le développement de la consommation industrielle de ce produit. Alors qu'en 1889 un millier seulement de kilogrammes d'acide carbonique sortait des usines européennes, la production de 1910 atteignit 34 millions de kilogrammes, dont l'Allemagne fournissait 31,5 millions, soit plus de 92 % du total.

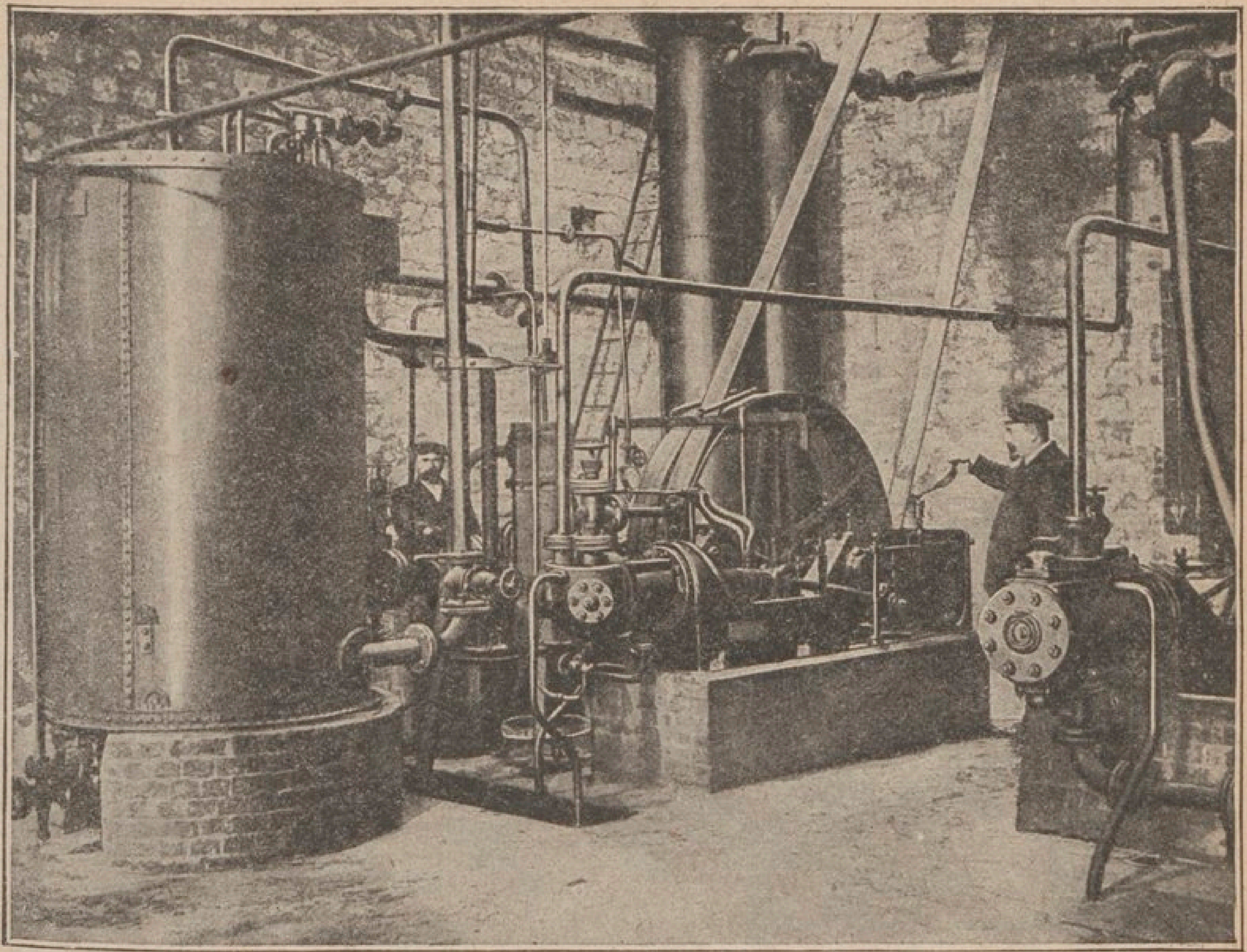
Il existe seulement quelques usines de ce genre dans notre pays. Nous avons pu visiter l'une d'entre elles et y prendre des clichés photographiques qui témoignent de son importance. Les statistiques récentes montrent, du reste, l'augmentation de notre fabrication nationale depuis la guerre.

Aujourd'hui, on utilise presque uniquement pour la préparation de l'acide carbonique les gaz provenant de la combustion du coke. A la pression de 50 à 60 atmosphères l'acide carbonique se transforme en une substance aussi liquide que l'eau ; on l'épure, puis on en remplit des cylindres en acier capables de résister à une pression de 250 atmosphères et vérifiés par le Service des Mines avant leur mise en vente aux particuliers. Comme matière première, on

VUE EXTÉRIEURE D'UNE FABRIQUE D'ACIDE CARBONIQUE LIQUIDE



L'acide carbonique, l'oxygène et l'azote provenant de la combustion du coke s'introduisent successivement, par des canalisations spéciales, dans trois colonnes cylindriques, d'une hauteur approximative de 25 mètres, dans lesquelles ces gaz circulent de bas en haut.



MACHINE DE COMPRESSION (A DROITE) ET GAZOMÈTRE (A GAUCHE)

Au sortir du dégazeur (figure à la page 213) on comprime l'acide carbonique qui va se liquéfier dans le gazomètre ; puis, de là, des tuyaux l'amènent dans un atelier où on l'embouteille dans des cylindres d'acier. C'est dans ces récipients qu'il est livré à l'industrie.

doit prendre du coke de mines de la meilleure qualité possible afin d'obtenir un produit très pur. Dans le foyer de la chaudière à vapeur, le coke se combine avec l'oxygène de l'air et devient ainsi de l'acide carbonique. Les gaz bruts qui se forment par suite de cette combustion contiennent environ :

1° 17 à 18 % d'acide carbonique ;

2° 3 % d'oxygène, parfois 4 % ;

3° 79 % d'azote.

A la suite de lavages ultérieurs, les cendres entraînées se dissolvent complètement, de sorte qu'il reste seulement les trois gaz indiqués plus haut (Co^2, Az, O).

Avant de continuer la visite de l'usine, remarquons que la combustion du coke fournit, indépendamment du produit brut pour la fabrication, l'énergie thermique qui sert à entretenir la marche de la machine à vapeur et de la plupart des autres moteurs auxiliaires.

Ensuite, les gaz s'introduisent dans trois cylindres d'une hauteur approximative de 25 mètres dans lesquels ils montent de bas en haut. Dans ces colonnes, se trouve également une dissolution de potasse

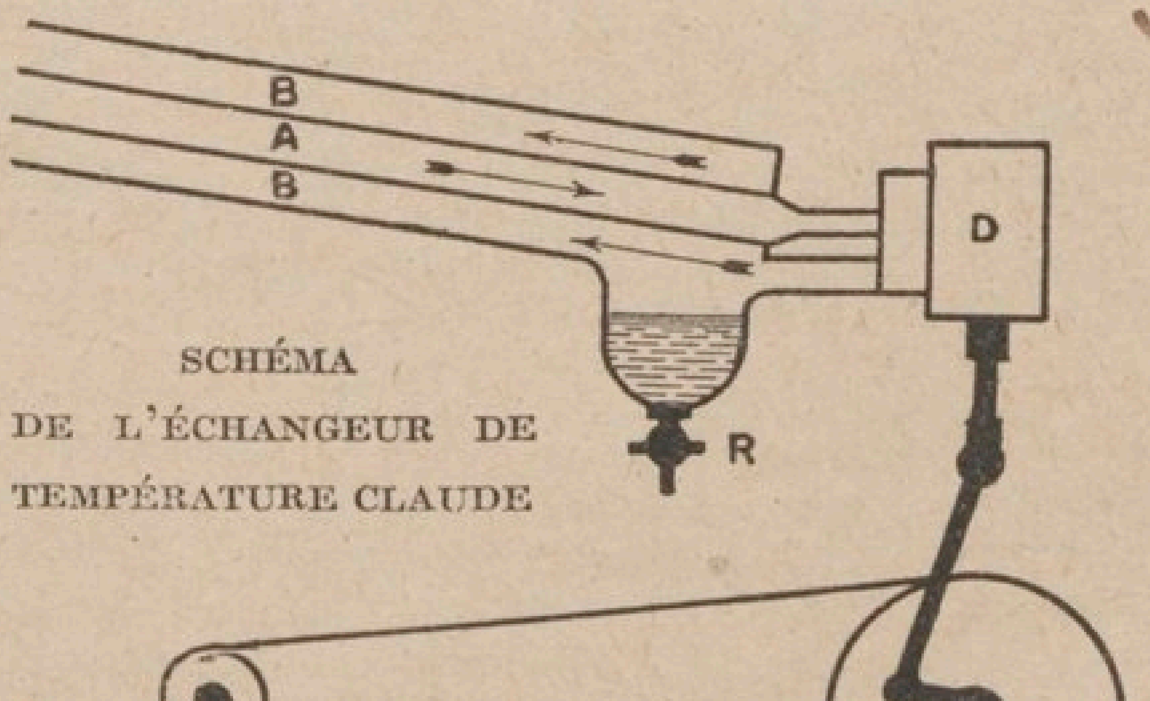


SCHÉMA DE L'ÉCHANGEUR DE TEMPÉRATURE CLAUDE

L'air comprimé et desséché arrive par la canalisation A dans le cylindre D du moteur ; puis, en le laissant se détendre dans le tube B, il se refroidit et finit par prendre l'état liquide. On le soutire par le robinet R, au fur et à mesure de sa production.

(monocarbonate de potasse) qui ruisselle du dessus et se combine avec l'acide carbonique contenu dans les gaz bruts pour former du bicarbonate de potasse. Quant à l'oxygène et à l'azote, ils s'échappent dans l'air.

Dans la partie inférieure de ces colonnes s'accumule alors une dissolution de bicarbonate de potasse que des pompes conduisent dans un dégazeur. (Fig. page 213). Au cours de son passage à travers cet appareil et ses organes annexes, on réchauffe la dissolution de bicarbonate de potasse à une température d'environ 100°. Comme ce corps n'est stable qu'au dessous de 80°, il se décompose et devient du monocarbonate. De son côté, l'acide carbonique dégagé est conduit par des tuyaux dans un gazomètre, pendant que la dissolution de monocarbonate s'écoule dans un réservoir d'où les pompes déjà mentionnées la mènent aux absorbeurs, pour recommencer à recevoir de nouveau de l'acide carbonique, après refroidissement préalable. Puis le même cycle recommence, en sorte que la dissolution circule de façon continuelle dans les appareils.

On comprime ensuite l'acide carbonique obtenu par le dégazeur et accumulé dans le gazomètre, à l'aide de compresseurs à trois échelons différents : 4, 20 et 70 atmosphères. Par ce moyen, on liquéfie le gaz acide carbonique à la température ambiante, et des tuyaux le conduisent à un atelier où on l'embouteille dans des cylindres en acier. Ceux-ci sont placés sur une bascule, destinée à les peser avant le remplissage, et qui indique à tout moment à l'ouvrier la quantité de liquide versée dans le récipient. Un chiffre gravé sur le tube même constate la capacité, qu'il ne doit pas, naturellement, dépasser.

Aujourd'hui, l'acide carbonique liquide sert principalement pour la fabrication des boissons gazeuses (eau de Seltz, limonades gazeuses, etc.), ainsi que pour la conservation et le débit de la bière. Cette boisson lui doit en partie son goût rafraîchissant, si bien que celle qui a perdu son gaz devient fade et n'est plus bonne à boire ; d'autre part l'emploi d'acide carbonique pour la débiter dans les cafés conserve à la bière sa saveur même dans les fûts entamés, et cela durant plusieurs semaines. Indépendamment de ces usages, l'acide carbonique a encore d'autres applications dans la fabrication de la glace artificielle, dans la chimie, en médecine, pour la préparation de bains spéciaux, etc. Aussi, dans ces temps derniers, l'industrie de l'acide carbonique liquéfié s'est notablement développée en France et la quantité produite par les diverses usines en exploitation se monta à peu près à 10 millions de kilogrammes en 1916.

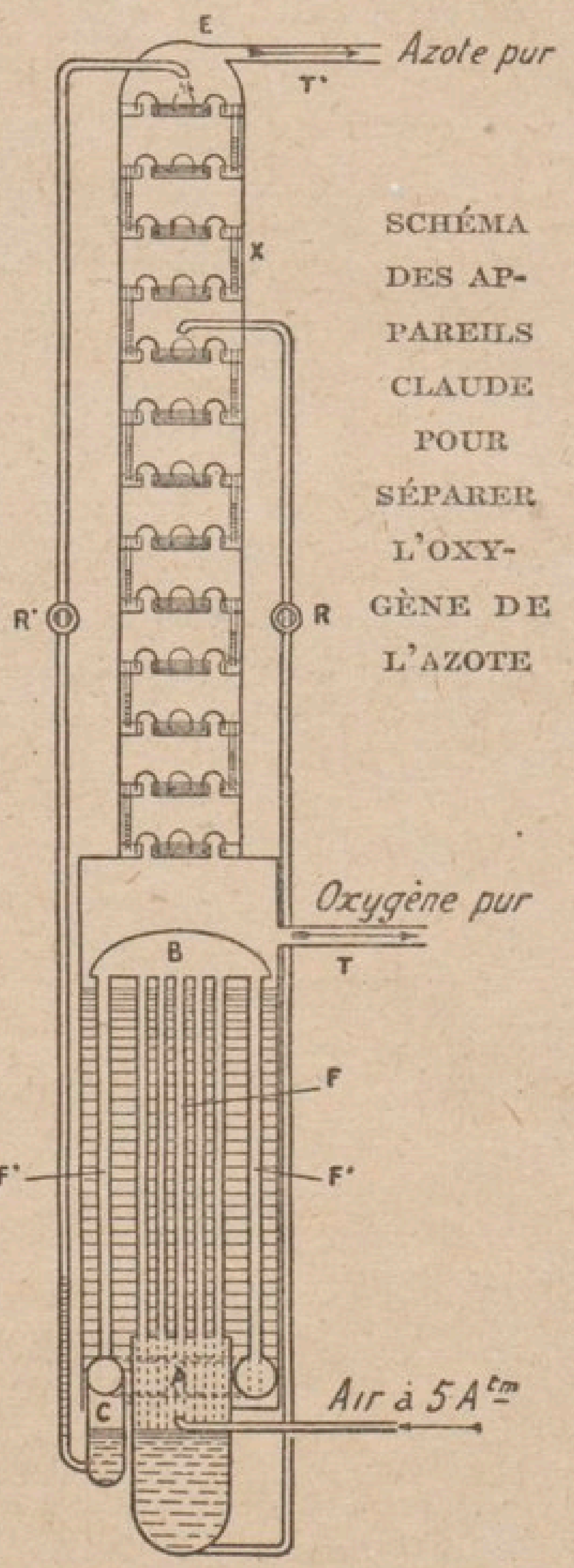


SCHÉMA DES APPAREILS CLAUDE POUR SÉPARER L'OXYGÈNE DE L'AZOTE

On sépare les gaz (oxygène et azote) dont se compose l'air liquide, en mettant à profit leur différence de volatilité. Il suffit de comprimer le mélange d'air à 5 atmosphères dans des colonnes de distillation, suivant les règles usitées pour la rectification de l'alcool.

Mais, depuis peu, l'*air liquide* s'emploie en quantités encore plus notables que l'acide carbonique. Les procédés de fabrication industrielle, dus à l'Allemand von Linde et à Georges Claude, reposent l'un et l'autre sur la propriété que possède un gaz de se refroidir quand on le détend. Toutefois, on peut effectuer cette détente de deux manières différentes. Le chimiste von Linde détend l'air comprimé en le faisant écouler par un simple robinet. Or, le gaz ainsi détendu produit peu de froid, tandis que G. Claude détend l'air comprimé tout en le forçant à pousser le piston d'une machine. Par suite de cette détente avec travail extérieur, l'air se refroidit beaucoup. Mais cette méthode de refroidissement, très simple en théorie, ne va pas sans des difficultés pratiques assez grandes.

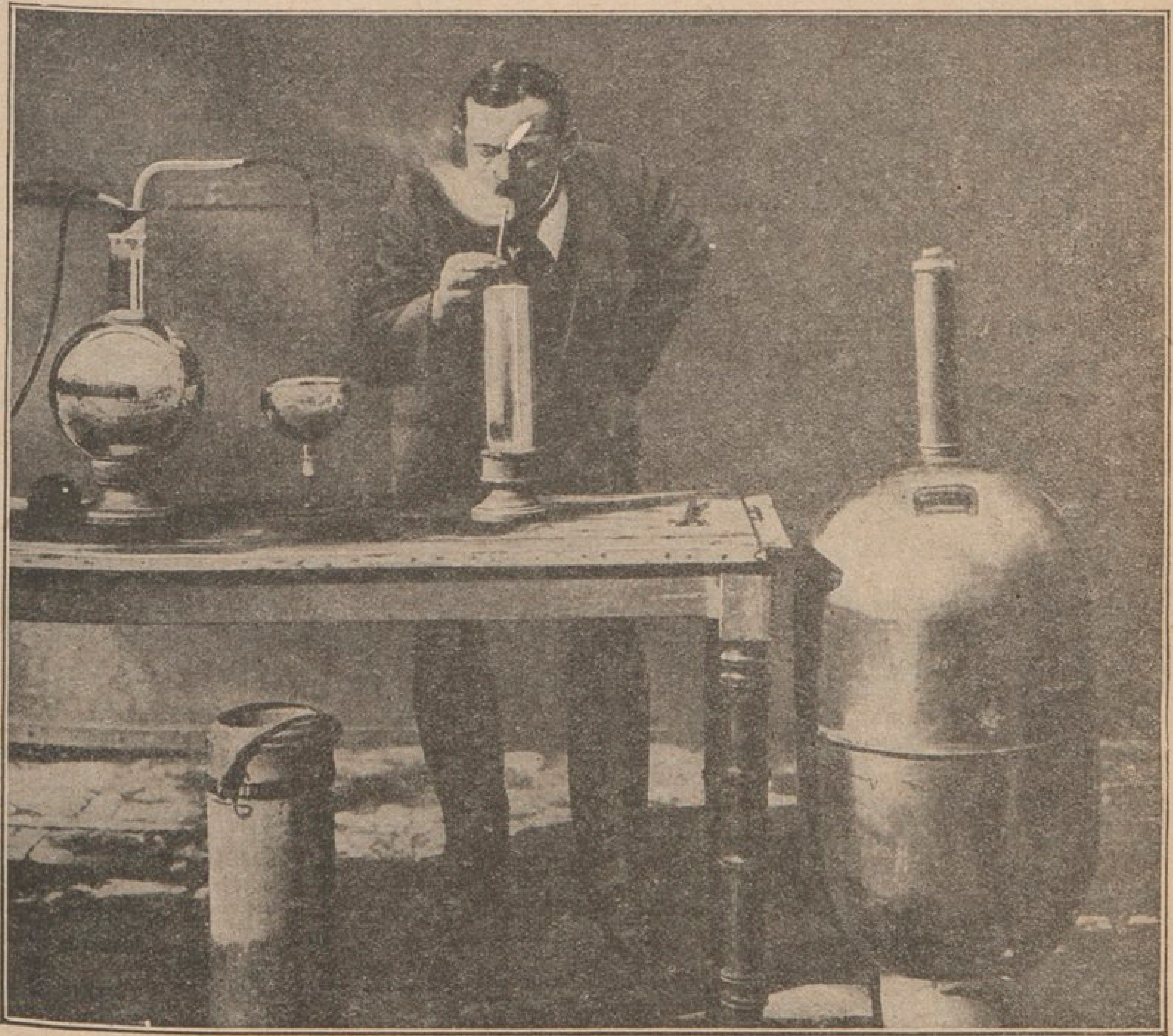
Claude parvint à les vaincre en imagin le mécanisme qu'il appela *échangeur de te pérature*, dont nous avons donné un schém page 215 et dont voici le fonctionnement :

Après avoir comprimé et desséché de l'air, on l'envoie par la canalisation *A* dans le cylindre *D* du moteur. Puis on le laisse se

détendre et, par suite, sa température s'abaisse. On dirige alors l'air refroidi et détendu dans le tube *B* qui entoure la conduite *A* d'arrivée du gaz. Dans cette circulation en sens inverse, l'air détendu cède naturellement son froid à l'air comprimé et finit par prendre l'état liquide.

En réalité, les choses ne se passent pas si implement et la machine Claude ne se compose pas uniquement de l'ensemble des tubes *A* et *B* dit « échangeur de température ». L'air, préalablement desséché et comprimé à 40 atmosphères, vient, après sa détente, circuler autour du faisceau tubulaire qui forme le *liquéfacteur*. Au bas de cet organe, rempli avec une partie de l'air comprimé et froid du circuit d'alimentation de la machine, on soutire par le robinet *R* l'air liquide au fur et à mesure de sa production. Plus récemment, l'inventeur améliora notablement le rendement de ses appareils en leur appliquant très intelligemment le système compound. L'air, partiellement détendu dans un cylindre, passe dans un premier liquéfacteur, puis achève de se détendre dans le cylindre d'un second appareil, provoquant une nouvelle liquéfaction.

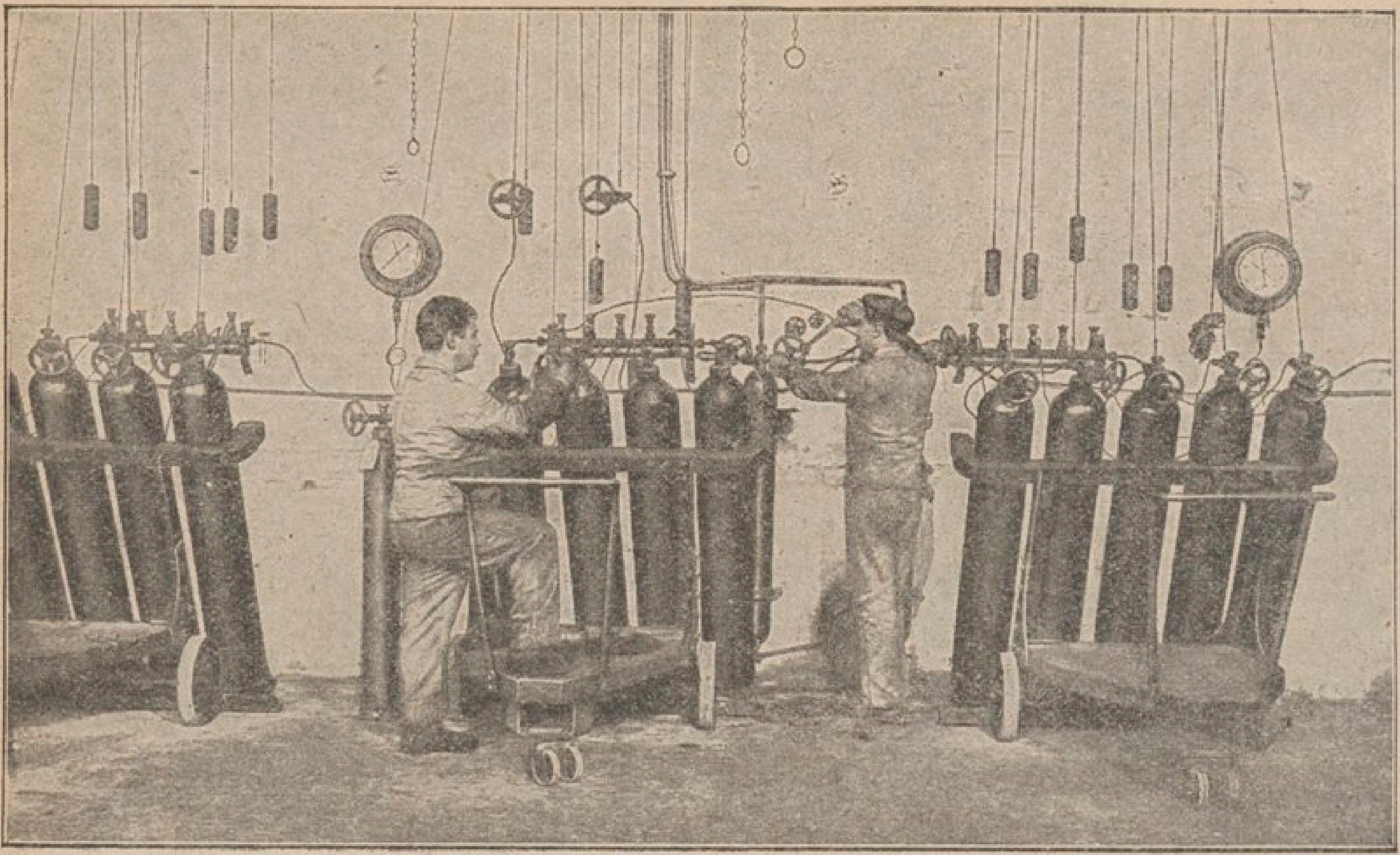
Pour séparer l'oxygène de l'azote auquel il est mélangé dans l'air liquide ainsi produit, on met à profit leur différence de volatilité. On dirige le mélange gazeux comprimé à 5 atmosphères dans des colonnes de distillation, suivant les règles usitées pour la rectification de l'alcool (Fig. page 216).



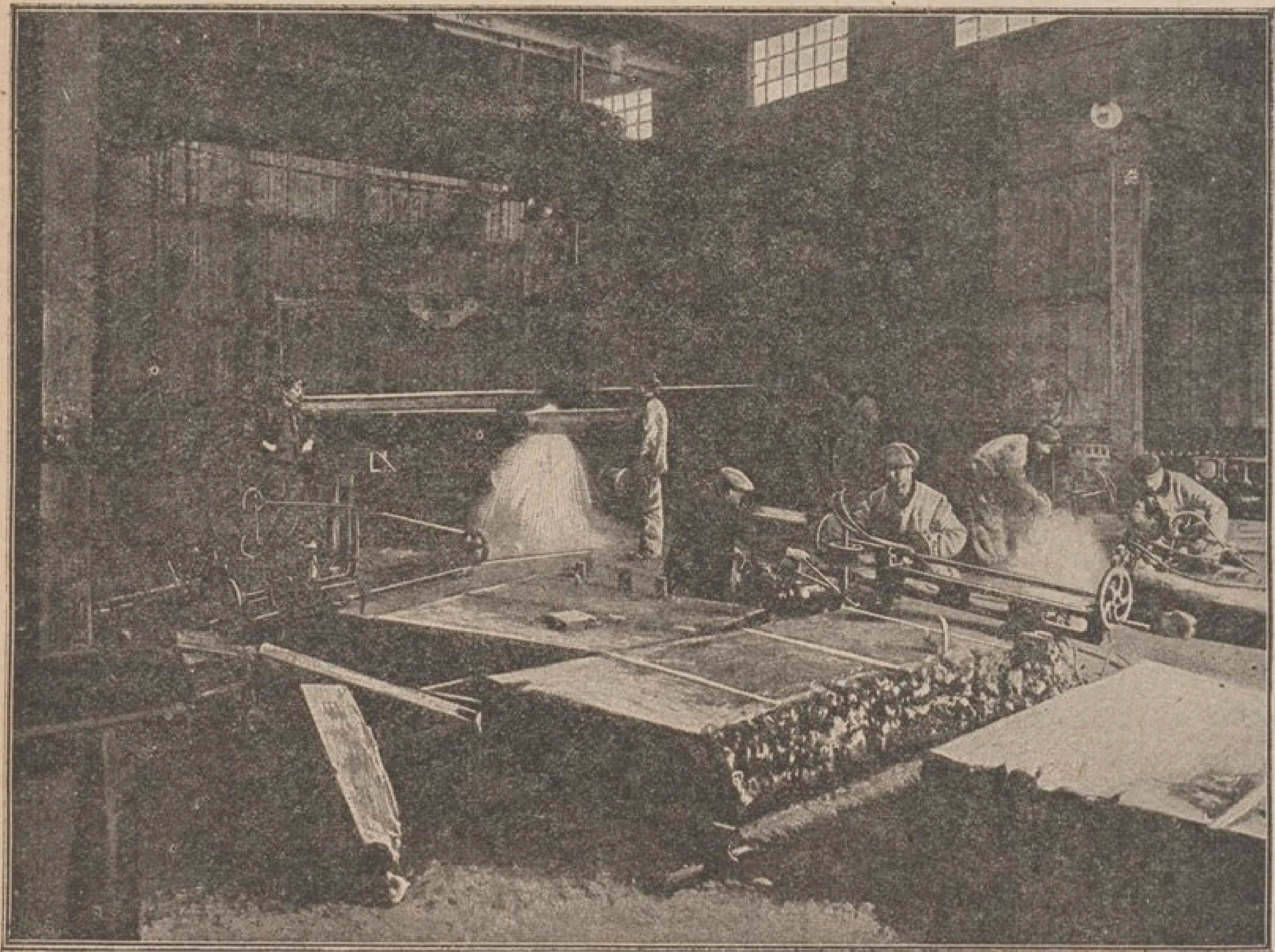
EXPÉRIENCE ORIGINALE D'ASPIRATION D'AIR LIQUIDE

Grâce au phénomène de caléfaction, on peut aspirer l'air liquide sans se brûler la bouche.

Au cours de la fabrication progressive de l'air liquide par le procédé Claude, l'*oxygène* se condense surtout au début, et l'*azote* se liquéfie à la fin. En déversant donc ce dernier en *E*, au sommet de l'appareil, on retient aisément l'oxygène des gaz sortants et on



REMPLISSAGE DES CYLINDRES DE GAZ LIQUÉFIÉS (ACIDE CARBONIQUE ET AUTRES)
Chaque poste permet de remplir en même temps cinq cylindres au moyen de tubes de petit diamètre.

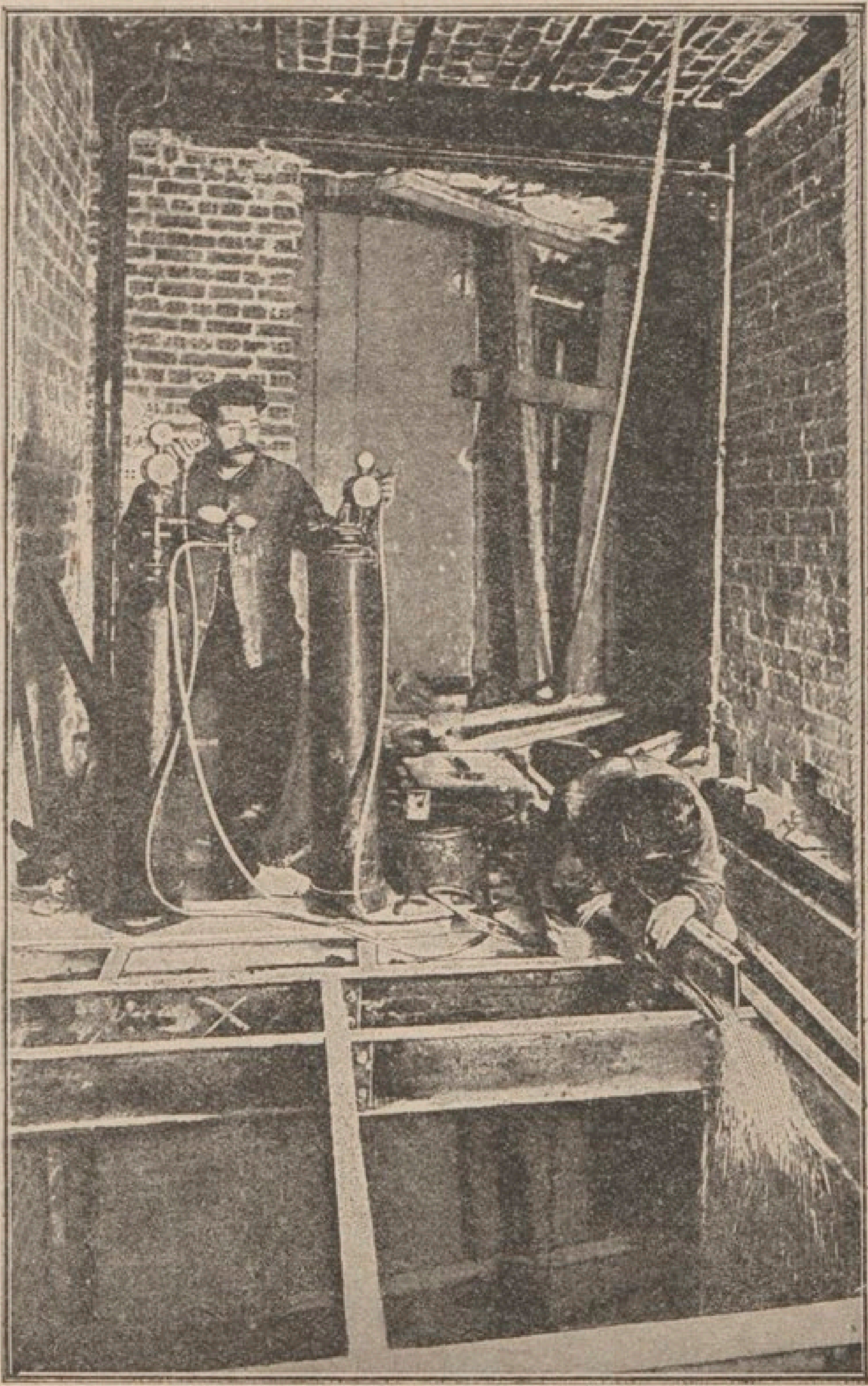


DÉCOUPAGE D'UNE PLAQUE DE BLINDAGE AU CHALUMEAU OXYACÉTYLÉNIQUE
Cette opération, qui exigeait autrefois l'emploi de formidables machines-outils. se fait ainsi simplement.

réalise simplement la séparation des fluides. De l'oxygène presque pur se recueille par le tuyau *T* tandis que l'azote s'écoule par la canalisation *T'* qu'on voit sur le schéma.

Les différents organes d'un appareil Claude pour la fabrication de l'*air liquide*, de l'*oxygène* et de l'*azote* (échangeur de température, liquéfacteur, colonne de rectification) sont enveloppés dans une épaisse couche de coton de verre, qui s'oppose aux rentrées de chaleur, et un cylindre de tôle protège le tout. Quelques vannes de commande des robinets et des manomètres complètent la machine.

Dans chacun des appareils Claude, qui fonctionnent à l'usine de Boulogne-s.-Seine, trente tonnes d'air se liquéfiaient quotidiennement avant la guerre, mais, depuis lors, la production s'est considérablement amplifiée. On emmagasine la plus grande partie de l'oxygène dans des bouteilles d'acier qui le renferment sous la pression de 150 atmosphères et le rendent facilement transportable. On se sert couramment de l'oxygène pour le coupage des métaux, la fabrication des pierres précieuses artificielles, la fusion du quartz, la suroxygénation de l'air insufflé dans les hauts-fourneaux et la soudure autogène, etc.



DÉCOUPAGE DES POUTRES DE FER A L'AIDE DU CHALUMEAU OXYDRIQUE

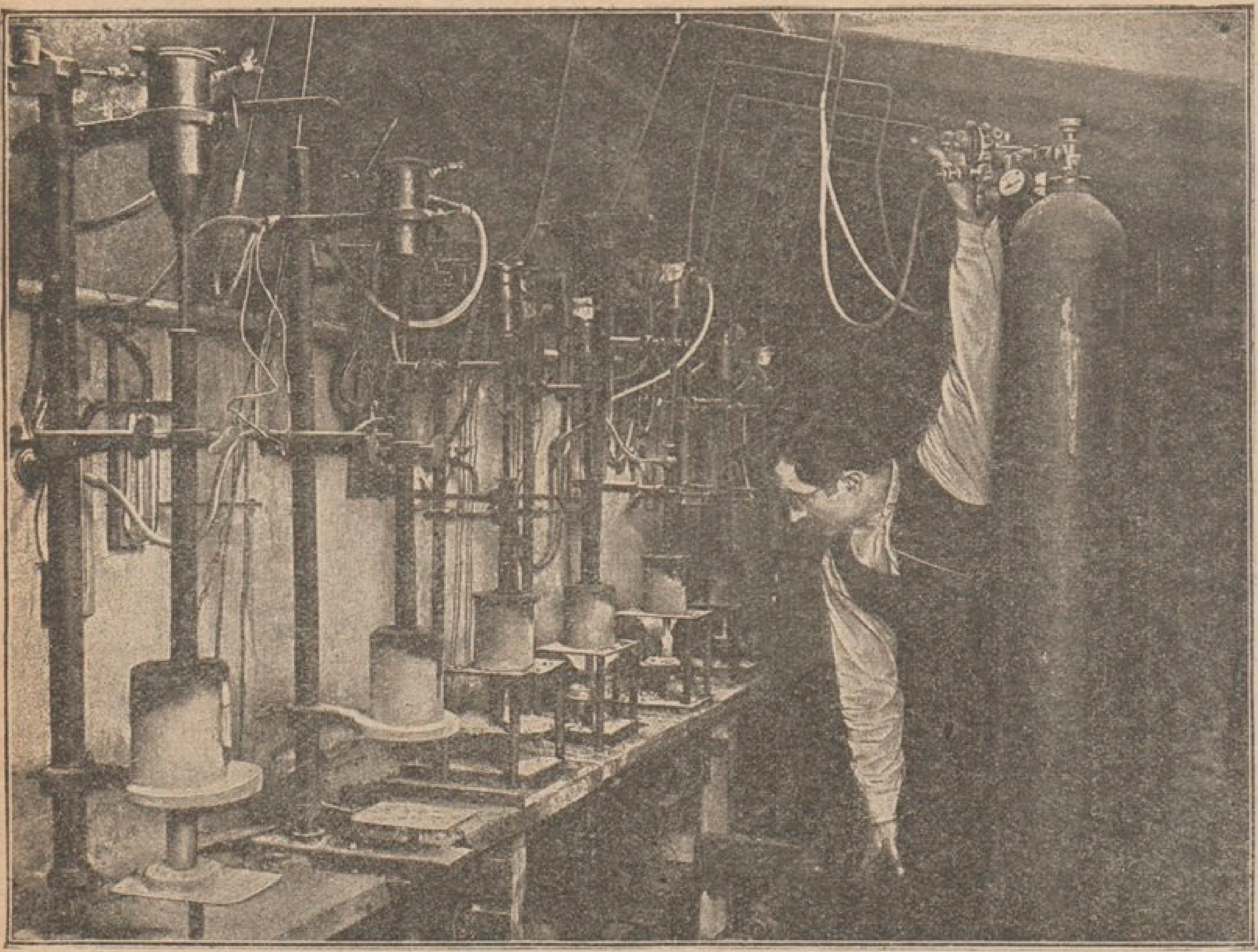
Avec cet appareil, alimenté par des tubes d'oxygène comprimé, on sectionne en moins de cinq minutes, une poutre métallique pouvant avoir jusqu'à 18 centimètres de largeur.

D'autre part, on emploie l'azote pour fabriquer des engrais artificiels (cyanamide); on l'utilise également pour le transvasement des liquides inflammables, le chargement des bombes destinées à l'aviation, etc.

Dans les laboratoires, quelques expériences ont été imaginées pour mettre en évidence les curieuses propriétés de l'air liquide. Voici d'abord, sur la table, à côté de l'opérateur, un vase recouvert d'une couche brillante d'argent sur laquelle la chaleur rayonnée vient se réfléchir sans pouvoir pénétrer et dans lequel on arrive à conserver jusqu'à quinze jours l'air liquide qu'il renferme. De la sorte, on met obstacle aux rentrées de chaleur et la protection réalisée est si parfaite que la surface extérieure des jolis récipients ainsi constitués, bien que remplis d'un liquide dont la température diffère de plus de 200° de la température ambiante, ne se recouvre même pas de la moindre buée.

Malheureusement, ces bocaux, très coûteux, sont d'une fragilité déconcertante. Quelques précautions qu'on prenne dans leur manipulation, ils se brisent avec fracas au moment où l'on s'y attend le moins.

Le personnage que représente notre grande photographie de la page hors texte 212



VUE PARTIELLE D'UN ATELIER DE FABRICATION DU RUBIS ARTIFICIEL

Un ouvrier surveille, à lui seul, 10 à 12 chalumeaux; il ouvre plus ou moins le robinet des cylindres à air comprimé pour obtenir la température de 1800° nécessaire à la fusion de l'alumine.

st en train de nous montrer la *forte densité de l'air liquide*. Il verse, en effet, de l'air liquide dans un récipient, aux trois quarts empli d'eau, et vous voyez les pesants globules s'enfoncer dans la masse, au fur et à mesure que s'opère leur volatilisation.

Passons rapidement sur la congélation classique du bouquet de fleurs plongé dans l'air liquide et que cet abaissement considérable de température rend si fragile qu'on peut en briser les pétales au moyen d'une pince, comme on ferait de fleurs en verre.

Appesantissons-nous plus longuement sur l'expérience suivante. On fait un vide approximatif dans une ampoule de Crookes, à l'aide d'une pompe à main. En raison de ce vide partiel, la décharge électrique entre les deux électrodes présente cet aspect violacé un peu spécial qui est la première étape entre l'étincelle ordinaire et les phénomènes découverts par Geissler. Ensuite, on met le tube en relation, par un robinet, avec un récipient de métal plein de charbon de bois et plongé dans l'air liquide. Sir James Dewar a trouvé qu'aux températures de l'air liquide, le charbon jouit de la curieuse propriété d'absorber les gaz avec une extrême énergie. Si donc on établit par le robinet la communication de l'ampoule avec le charbon, l'air est absorbé avec avidité, le vide augmente, et on voit en conséquence se succéder avec rapidité les magnifiques luminosités du tube Geissler. Le vide augmentant toujours, voici qu'apparaît la superbe fluorescence jaune-verdâtre du verre sous le choc des mystérieux projectiles lancés par la cathode à l'allure plutôt vive de 30.000 kilomètres par seconde — de quoi faire entre deux pulsations de notre cœur le tour de la Terre ! La fluorescence augmente, elle s'étend bientôt à toute la demi-sphère touchée par le faisceau cathodique. Notre appareil se transforme maintenant en une ampoule tout à fait propre à la radiographie ; puis le phénomène décroît, la décharge électrique ne pouvant plus traverser l'ampoule car le charbon a raréfié cette enceinte au dix-millionième d'atmosphère,

vide le plus parfait qu'on sache réaliser.

Enfin, nous pouvons *aspirer de l'air liquide dans notre bouche* sans le moindre inconvénient, comme en témoigne la photographie que nous publions à la page 217.

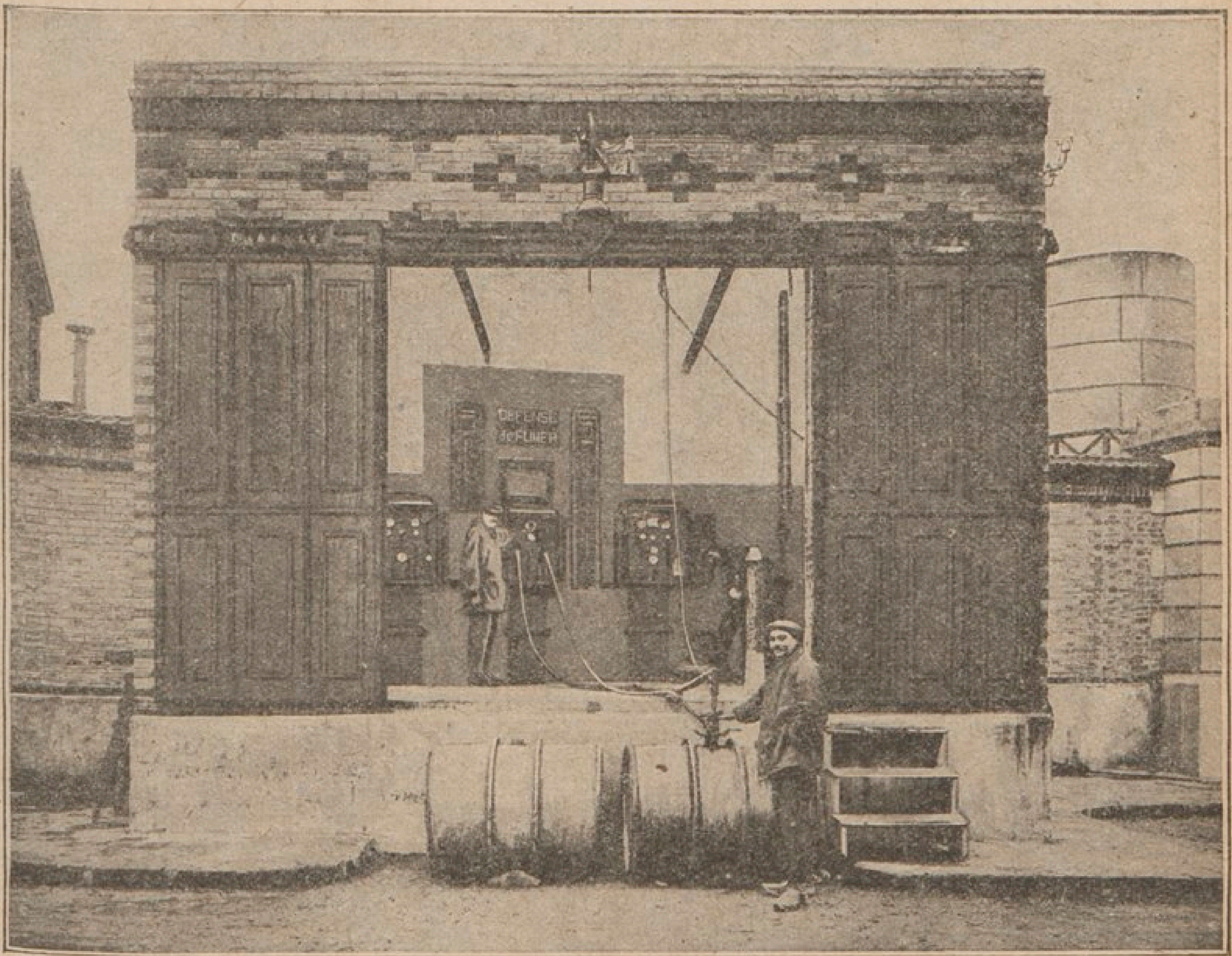
Que signifie cette innocuité de l'air liquide à l'égard de nos organes? Elle témoigne, tout simplement, qu'un curieux phénomène de caléfaction intervient ici, tout à fait identique à celui qui se produit quand une goutte d'eau se promène sur une plaque de fer rougie. Au contact de la peau, une couche d'air vaporisé se forme entre l'air liquide et l'épiderme et empêche un contact qui, s'il se produisait, désorganiserait immanquablement les tissus, à la manière d'une violente brûlure. Mais il ne faudrait pas s'y fier et oublier un peu trop longtemps son doigt dans l'air liquide, car une erreur d'appréciation de quelques secondes seulement pourrait lui valoir d'être transformé en quelque chose d'inerte et de jaunâtre, éminemment friable sous le choc du marteau!

Examinons, maintenant, les principaux débouchés des usines d'air liquide, en commençant par le *découpage rapide des métaux*.

Avec le chalumeau oxyacétylénique, on parvient, en particulier, à des résultats extrêmement satisfaisants. Le matériel couramment employé comprend une bouteille renfermant de l'acétylène dissous dans l'acétone, une autre chargée d'oxygène comprimé et un chalumeau coupeur.

Dans les arsenaux et les chantiers de constructions maritimes, on sectionne avec des chalumeaux oxhydriques des arbres coudés creux de 70 millimètres d'épaisseur, on tranche des plaques de blindage à 6 ou 7 centimètres de profondeur ou on découpe, en un clin d'œil, des étambots ayant une épaisseur de 10 à 20 centimètres.

Le chalumeau oxhydrique triomphe encore dans la fabrication des objets artistiques en fer forgé ou repoussé. Il simplifie singulièrement le difficile métier de ferronnier d'art, qui exige une si grande habileté et une expérience spéciale, car il supprime le travail particulièrement délicat de la soudure à la



EMMAGASINAGE DES HYDROCARBURES, PÉTROLES, ESSENCES MINÉRALES, ETC.

Afin d'éviter les dangers d'incendie, on maintient, grâce à des systèmes spéciaux, une atmosphère inerte d'azote dans les récipients et les canalisations servant à soutirer les liquides inflammables.

forge des pièces très minces et déliées.

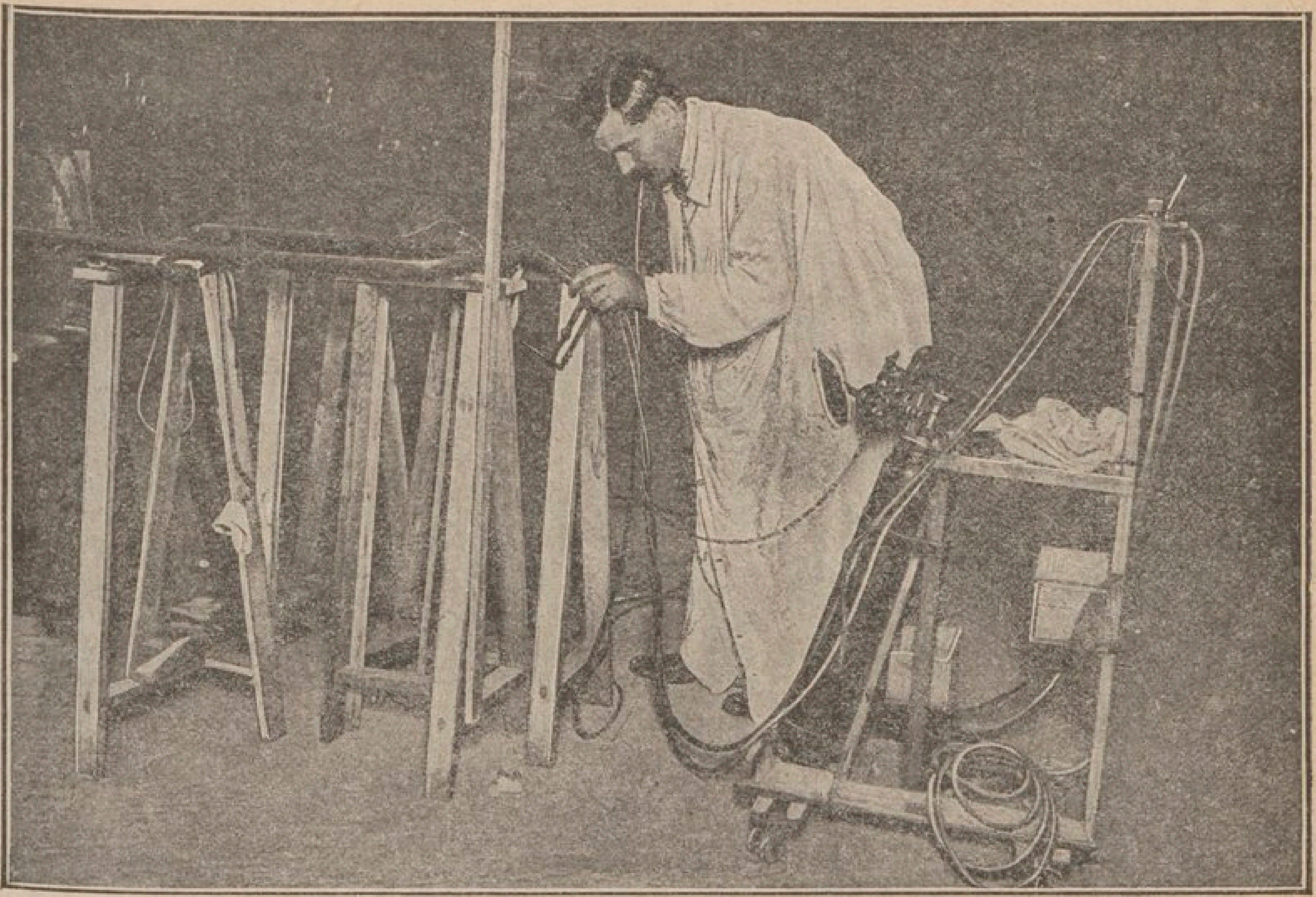
Comme application des gaz liquéfiés, retenons la *synthèse* ou *reconstitution* des pierres précieuses au sujet de laquelle *La Science et la Vie* a donné, avant la guerre, des détails précis dans son numéro 13, page 87.

Mais la liquéfaction de l'air ne met pas seulement à la disposition de l'industrie l'oxygène et l'azote ; en la dirigeant convenablement, on peut encore obtenir, comme sous-produit, le *néon*, un de ces gaz rares découverts par Ramsay dans l'atmosphère terrestre et jouissant de curieuses propriétés électriques. Aussi, M. Georges Claude eut-il l'idée de l'appliquer aux besoins de l'éclairage. En le mettant dans des tubes de Plücker, c'est-à-dire dans des tubes où le gaz raréfié est traversé et rendu lumineux par un courant électrique, il a pu réaliser une lumière, étrange, sans doute, mais se prêtant à de magnifiques effets décoratifs, et aussi très économique, puisque, d'après les calculs de l'inventeur, elle reviendrait seulement à un demi-watt par bougie. (Voir la collection de la *Science et la Vie*, nº 6, pages 390-393).

REMPLISSAGE DU RÉSERVOIR D'UN AUTOBUS DE LA COMPAGNIE DES OMNIBUS

Dans les dépôts d'autobus parisiens et dans les grands garages d'automobiles particuliers, on fait monter l'essence des récipients souterrains dans lesquels on la conserve au moyen de l'azote sous pression et on remplit ainsi très vite les réservoirs des voitures.

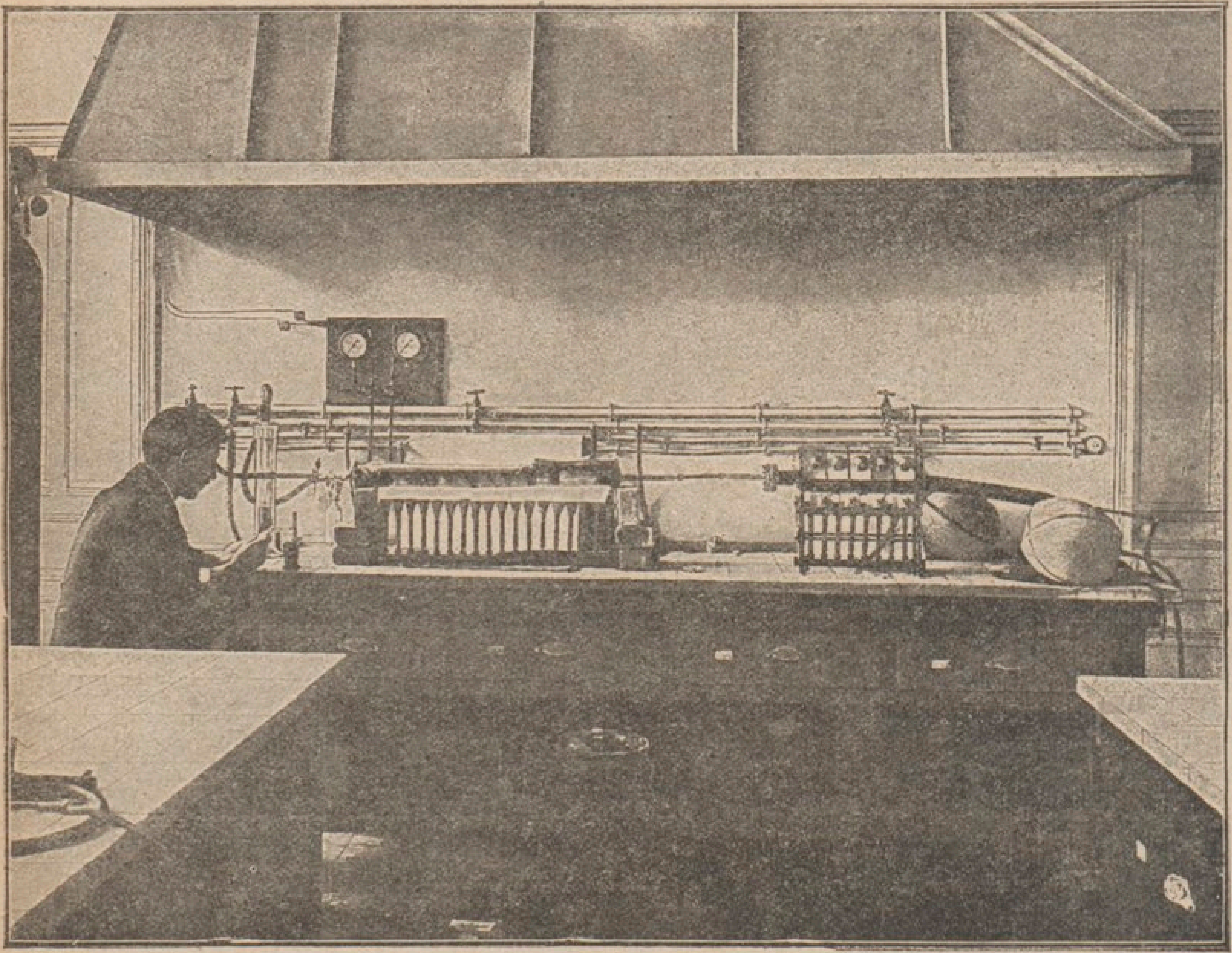
Le *néon* et l'*hélium* se liquéfient moins facilement que leurs autres compagnons gazeux. M. Claude, en poussant progressivement la condensation de l'air, réussit à les préparer industriellement presque à l'état pur et en assez grande quantité. Quoique le néon n'entre dans la composition de la couche



CONTOURNAGE, AU MOYEN DU CHALUMEAU, DES TUBES-PUBLICITÉ AU NÉON

MESURAGE ÉLECTRIQUE ET PHOTOMÉTRIQUE DES TUBES AU NÉON POUR PUBLICITÉ

atmosphérique que dans la proportion de 1 pour 66.000, dans un appareil à air liquide Claude, d'une puissance de production de 50 mètres cubes d'oxygène liquide à l'heure, passe néanmoins un courant de gaz rares représentant plus de 100 litres de néon au bout de la journée, quantité suffisante pour fabriquer quotidiennement 1.000 tubes luminescents de 1.000 bougies chacun.



PURIFICATION DE L'HÉLIUM AU MOYEN DE LA TOURNURE DE CUIVRE

On fait passer le mélange d'hélium et de néon, obtenu au cours de la fabrication de l'air liquide, sur de la tournure de cuivre renfermée dans un tube de porcelaine que chauffe une rangée de becs à gaz Bunsen. Le néon se combine avec le métal porté au rouge, tandis qu'on recueille l'hélium presque pur dans les ballons de caoutchouc qu'on voit à droite sur la photographie.

Enfin, de son côté, le physicien Kammerling Onnes parvint à liquéfier l'*hélium* dans son laboratoire de Leyde. Ce liquide bout à —268°5, sous la pression atmosphérique, et on le purifie au moyen du dispositif que reproduit la photographie ci-dessus

Mais la liquéfaction parfaite de l'hélium présente des difficultés considérables, son point critique ne se trouvant plus guère qu'à 4 degrés du *zéro absolu* (273°). Grâce à ces basses températures, voisines du « pôle du froid », Onnes put vérifier la géniale théorie formulée par Ampère, voilà près d'un siècle. D'après cette hypothèse, la résistance, que les conducteurs métalliques opposent au passage de l'électricité se localisant dans les espaces inter-moléculaires que le courant doit franchir, s'atténue à mesure que ces derniers se resserrent et finit par s'annuler au zéro absolu. Or, précisément, le savant hollandais en exécutant des expériences sur le mercure à la prodigieuse température de l'hélium liquide, constata que sa résistance électrique devenait dix millions de fois plus petite qu'à la température ordinaire. Cette confirmation des vues d'Ampère aboutira sans doute, quelque jour, à des applications très intéressantes dans le domaine industriel. Elle montre en tout cas que la liquéfaction des gaz ouvre des horizons insoupçonnés à la physique, à la chimie et à la technologie.

SIMON GENTIL.

LA POSTE PAR AVIONS

Par Paul MEYAN

On pouvait lire, dernièrement, dans les journaux allemands, l'entrefilet significatif suivant : « Une importante société vient d'être constituée à Munich pour le transport aérien des voyageurs, des colis postaux et des lettres. Ces transports ne seront pas d'un prix plus élevé que ceux effectués en chemin de fer ou en auto. Un service régulier va être organisé immédiatement entre Hambourg et Constantinople ; un autre entre Vienne et Kiew ; un troisième entre Budapest et Odessa. »

Evidemment, dans ce pays colossal, il y a à prendre et à laisser. Jadis, c'était l'Américain qui avait le monopole de vouloir faire plus grand que n'importe qui au monde ; aujourd'hui, l'Allemand est devenu le mégalomane par excellence. Les zeppelins ont pris des proportions énormes et les avions des dimensions telles qu'il leur est permis de transporter des charges élevées pouvant atteindre facilement plusieurs tonnes.

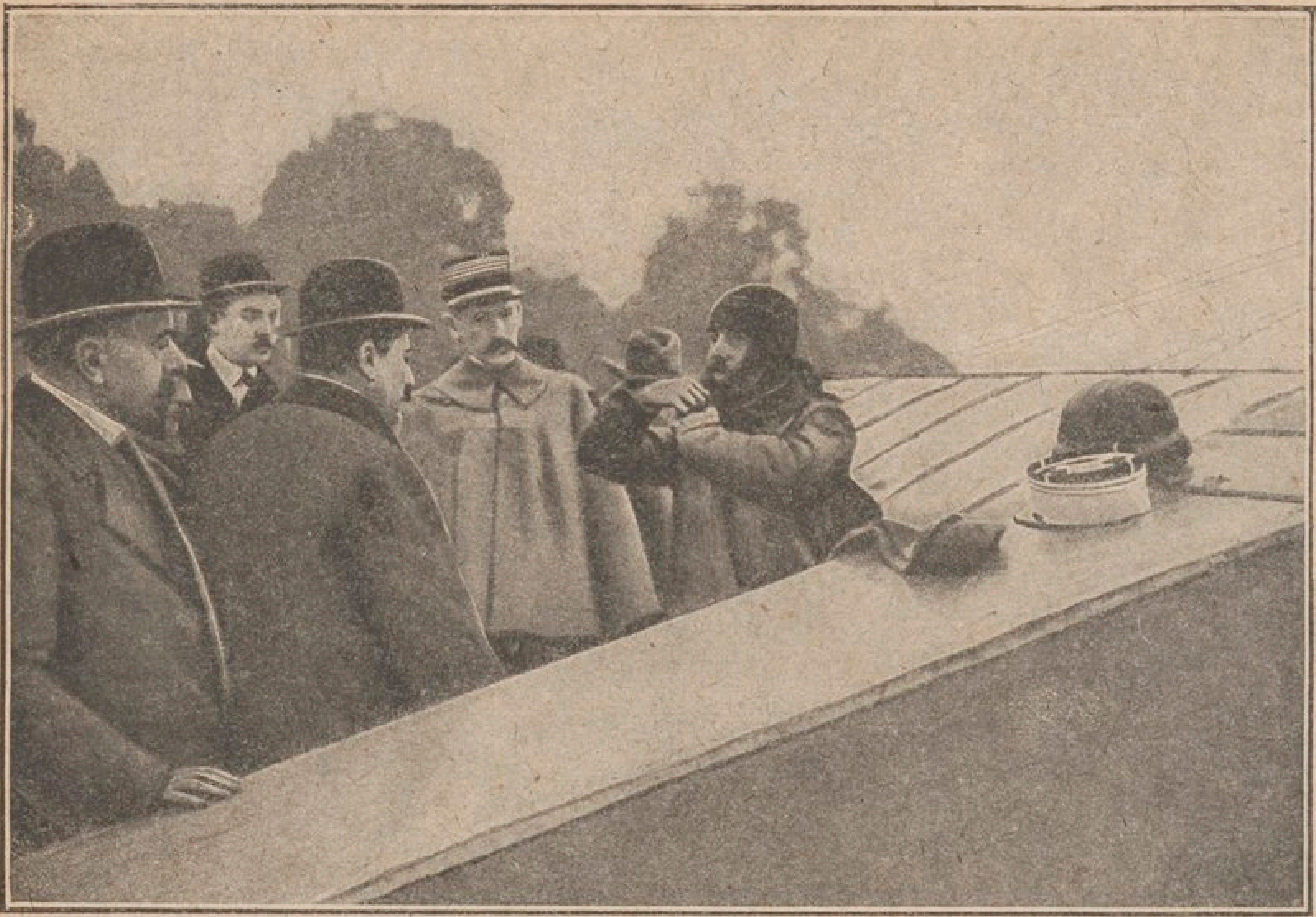
M. D'AUBIGNY

Député de la Sarthe, président de la Commission interministérielle de l'Aéronautique civile.

L'avion aura sur le dirigeable des avantages inappréciables ; son prix de revient d'abord, qui permettra d'en multiplier le nombre, sa plus grande maniabilité, son encombrement plus réduit, exigeant de moins vastes terrains pour les manœuvres de départ et d'atterrissage, sa plus grande vitesse enfin. Il est donc plus que probable que c'est à l'avion et non au ballon dirigeable que s'adresseront de préférence tous ceux, Etats ou particuliers, qui voudront entreprendre dans l'avenir des services aéronautiques publics, pour les transports ou le tourisme.

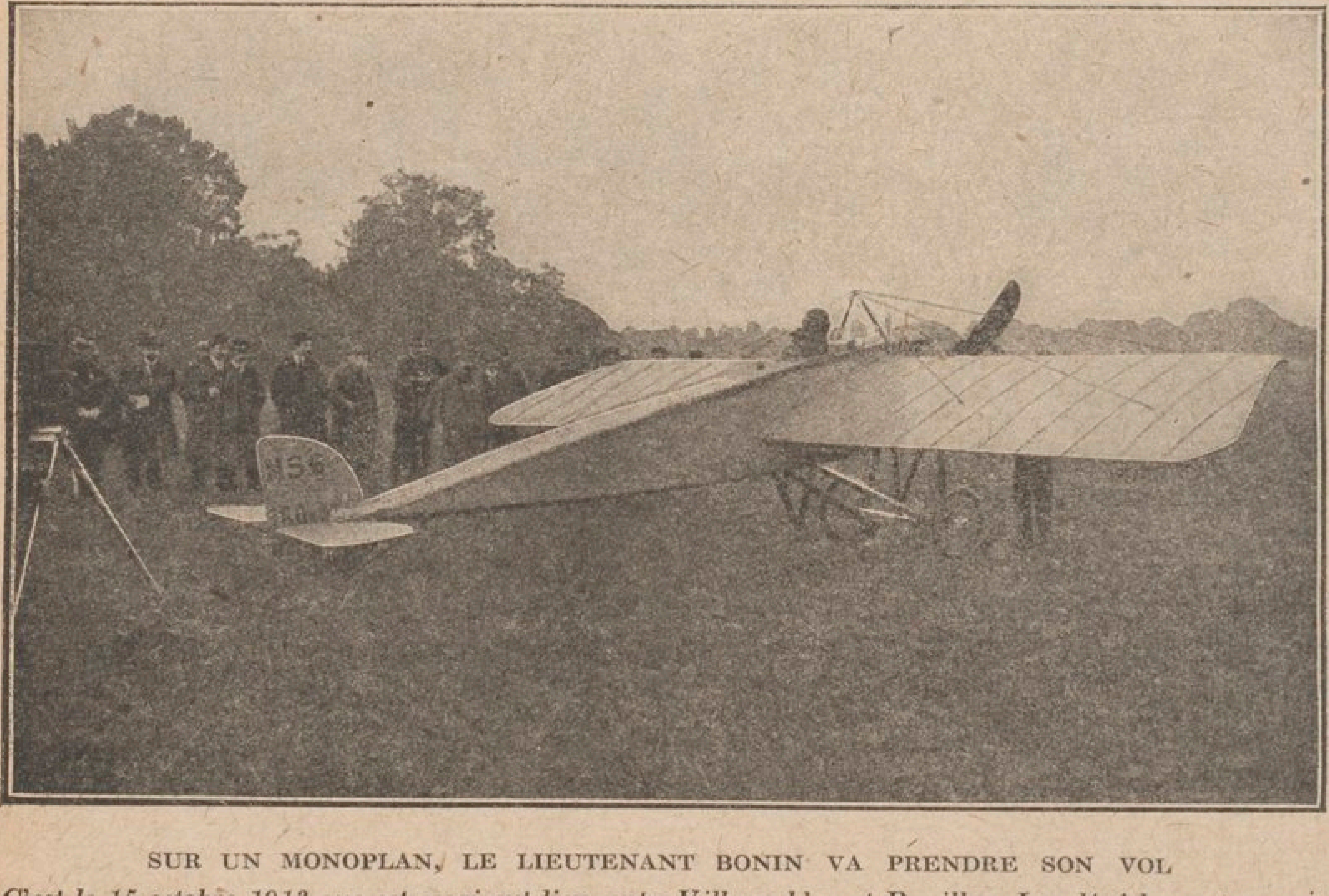
Un bénéfice des guerres est de rendre plus rapides les progrès industriels, parce qu'il est urgent de faire des progrès et que, dans ce but, on ne regarde pas à la dépense. Telle invention, tel perfectionnement, qui seraient restés longtemps au fond des tiroirs, faute des ressources nécessaires, se trouvent étudiés, mis au point, utilisés en quelques semaines, les moyens étant donnés sans compter à l'inventeur ou à l'ingénieur. Depuis la guerre, des progrès tels ont été réalisés que les facilités d'utilisation de l'aéroplane ont augmenté dans la proportion de 50 %. Il nous souvient des premières heures, point si éloignées encore, quelque dix ans à peine, où, sur le champ d'Issy-les-Moulineaux, nos aviateurs ne songeaient à quitter le sol qu'à cinq heures du matin ou sept heures du soir, alors que le vent, la simple brise même, se calmait au déclin du jour ou n'était pas encore levé, avant l'aurore. Et l'on se plaçait au milieu du terrain, un mouchoir flottant à la main ; si le morceau de toile restait immobile, on donnait le signal du départ, mais si un léger souffle l'agitait, on faisait signe à l'aviateur, prêt à partir, de prendre patience. On vole maintenant de jour, de nuit, à toute heure, par la tempête, sous la pluie et la grêle, à travers nuages et brouillard, sous le soleil brûlant, au-dessus des cimes neigeuses. On peut donc, sans présomption, envisager la création de services aériens parfaitement réguliers.

La première application commerciale de l'aviation devait être naturellement le transport des dépêches, le service postal. Et ce n'est pas hier que l'on commença les expériences. Le 15 octobre 1913, eut lieu le premier essai officiel de poste aérienne. Ce jour-là, vers 6 heures et demie du matin, une voiture automobile amenait à Villacoublay, devant les hangars de l'école Morane-Saunier, un petit sac de dépêches expédiées par l'administration des postes, 10 kg. 600, exactement, et les remettait au pilote, le lieutenant Bonin, qui en donnait décharge régulière et les déposait dans le coffre ménagé dans le fuselage du monoplan, à l'arrière du siège de l'aviateur.



LE PREMIER ESSAI DE POSTE AÉRIENNE DE PARIS A PAUILLAC

Le lieutenant Bonin, après avoir logé, dans le fuselage de son avion, le sac de dépêches, pesant exactement 10 kilogr. 600, fait ses derniers préparatifs de départ.

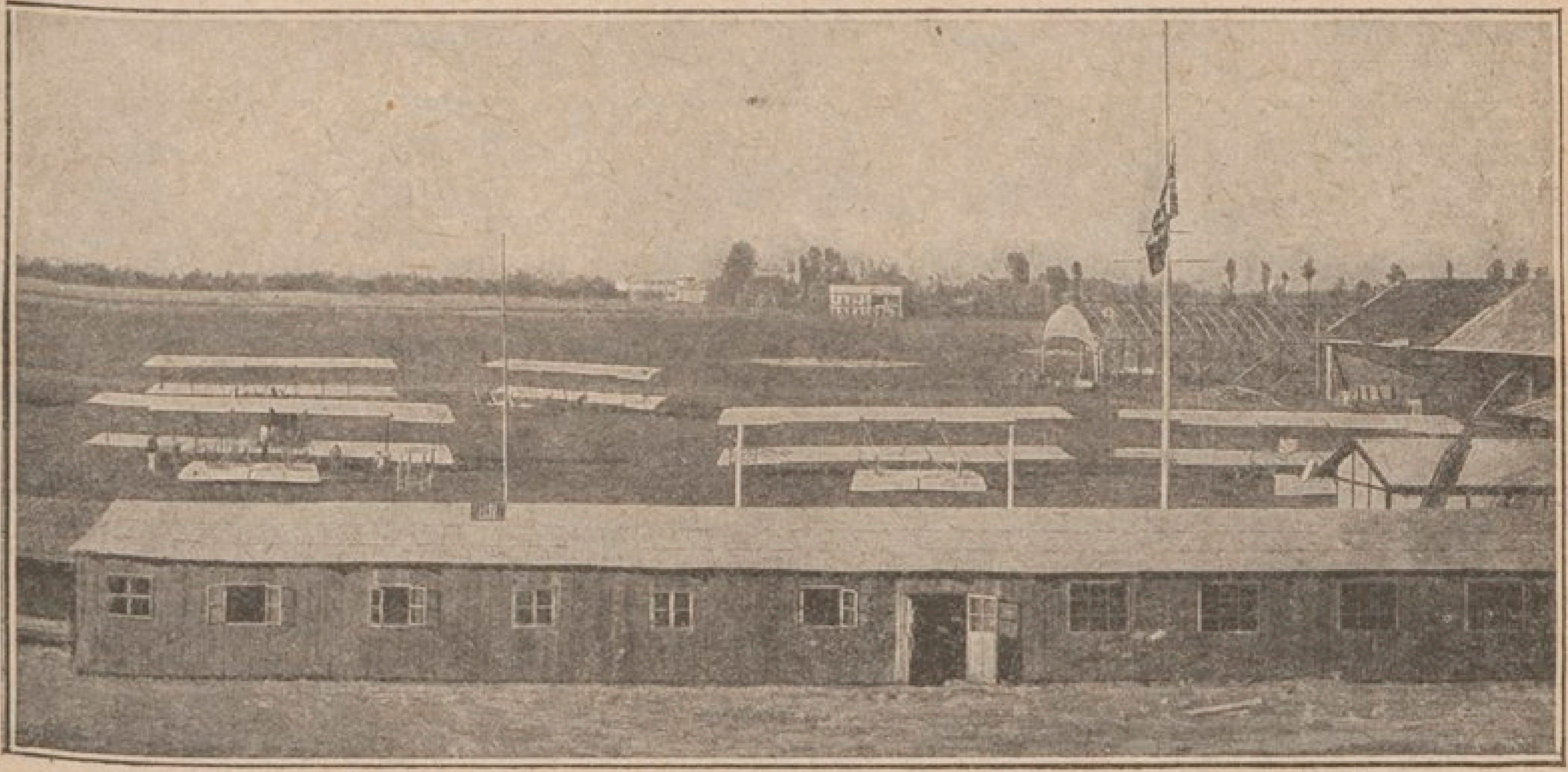


SUR UN MONOPLAN, LE LIEUTENANT BONIN VA PRENDRE SON VOL

C'est le 15 octobre 1913 que cet essai eut lieu, entre Villacoublay et Pauillac. Les dépêches qu'emportait l'aviateur dans son appareil étaient destinées à l'Amérique.

A 7 heures précises, le départ était donné. Après avoir fait une courte escale à Vendôme et s'être ravitaillé à Poitiers, le lieutenant Bonin atterrissait, à 2 heures après midi, à Saint-Julien, près Pauillac, dans une prairie appartenant à M. Langa, où un public nombreux l'attendait et lui fit une ovation enthousiaste. Le pilote, abandonnant son appareil, emportait aussitôt le sac de dépêches à bord du *Pérou*, qui partait quelques minutes après pour les Antilles.

Cet essai, qui avait pourtant bien réussi, ne fut pas renouvelé. Depuis lors, les Etats étrangers ont porté leur attention sur les services que pouvait rendre l'aviation civile.



L'AÉRODROME POMILIO AU MOMENT DU DÉPART POUR LE RAID TURIN-ROME

De ce terrain d'aviation, le lieutenant italien Mario de Bernardi s'élança vers Gênes et Rome, le long des côtes méditerranéennes, emportant la valise postale.

L'année dernière, au mois de mai, pour le compte du gouvernement italien, le lieutenant Mario de Bernardi, pilotant un biplan Pomilio, a, à trois reprises différentes, transporté de Turin à Rome et de Rome à Turin une valise postale d'un poids de 200 kilos. La distance de 550 kilomètres, sans escales, a été franchie, pour la première fois, en moins de quatre heures. Parti à 11 h. 20 de Turin, le courrier était distribué à Rome un peu avant 4 heures de l'après-midi. Un second essai, avec arrêt de quelques minutes à Pise, fut effectué en trois heures quinze minutes. Le retour de Rome à Turin, par un temps très mauvais, pluie, vent et nuages, fut aussi mené à bien. Le succès obtenu par le lieutenant de Bernardi, qui avait volé pendant la plus grande partie du trajet le long des côtes, au-dessus de la mer, encouragea le gouvernement italien non seulement à persévérer dans ses expériences, mais encore à créer immédiatement un service postal entre le continent et la Sardaigne. Pendant plusieurs mois, régulierement, chaque matin, la liaison aérienne postale fut établie, entre le port italien de Civita Vecchia et Terranuova, sur la côte de Sardaigne, par deux hydravions bimoteurs, faisant le parcours en sens contraire et transportant à chaque voyage une dizaine de milliers de lettres. La durée du trajet était de deux heures environ.

Plus tard, afin d'établir la possibilité d'étendre le rayon des communications, le capitaine Laureati transportait un important courrier diplomatique de Turin à Londres. La distance de 1.050 kilomètres fut franchie en sept heures vingt minutes ; les lettres confiées à l'aviateur à 7 heures du matin étaient, à 3 heures de l'après-midi, remises entre les mains des destinataires.

Les Etats-Unis ne pouvaient rester indifférents. Tout en consacrant leurs efforts à la création d'une puissante armée aérienne, ils préparent sérieusement la question des services publics par aéroplanes. Ils ont donc mis à l'étude trente-sept lignes aériennes postales, dont quatre d'entre elles relient le Pacifique à l'Atlantique, par-dessus le continent américain. Ces quatre voies sont :

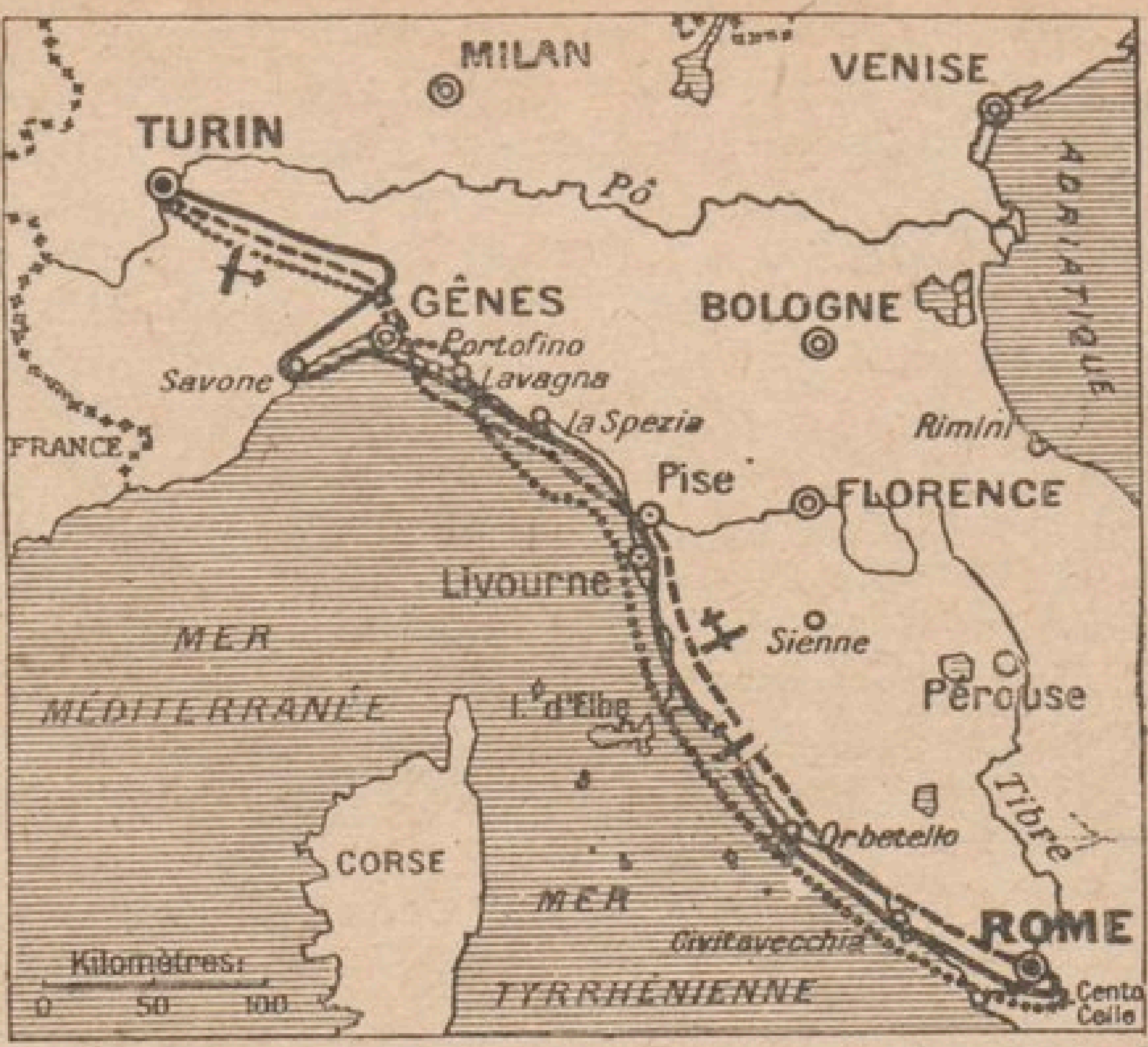
1° La ligne de Chanute-Bell, joignant Seattle à Boston par Great Falls, Minneapolis, Détroit, Erié, Buffalo et Albany ;

2° La ligne du président Woodrow Wilson, qui va de San Francisco à New-York par Cheyenne, Chicago et Cleveland ;

3° La ligne Langley, de Los Angeles à Washington ;

4° La ligne Wilbur Wright, de San Diego à Washington, par Colombus, San Antonio, Vicksburg, Atlanta.

Déjà, une fraction de ligne fonctionne entre New-York et Washington. Les terrains d'atterrissage ont été établis, sur le parcours, à Baltimore, Havre-de-Grace, Wilmington et New-Brunswick. Trois aéroplanes de New-York, six de Philadelphie, trois de Washington, assurent le service.



ITINÉRAIRES DES PREMIERS AVIATEURS QUI FIRENT LES EXPÉRIENCES PRÉLIMINAIRES DE POSTE AÉRIENNE ENTRE TURIN ET ROME

Un timbre-poste spécial a été établi, que l'on appose à tout envoi fait par voie aérienne. Ce timbre est de 1 fr. 20 par 30 gr.

C'est le 15 mai dernier que cette première ligne postale aérienne a été inaugurée, en présence du président et de Mrs Wilson. La première lettre était adressée à la Croix-Rouge américaine ; le timbre en fut oblitéré par le président lui-même ; et cette enveloppe, mise plus tard aux enchères publiques, fut adjugée à un prix supérieur à 5.000 francs.

Les deux avions affectés à ce service font le parcours régulièrement en trois heures seize minutes, compris le temps nécessaire

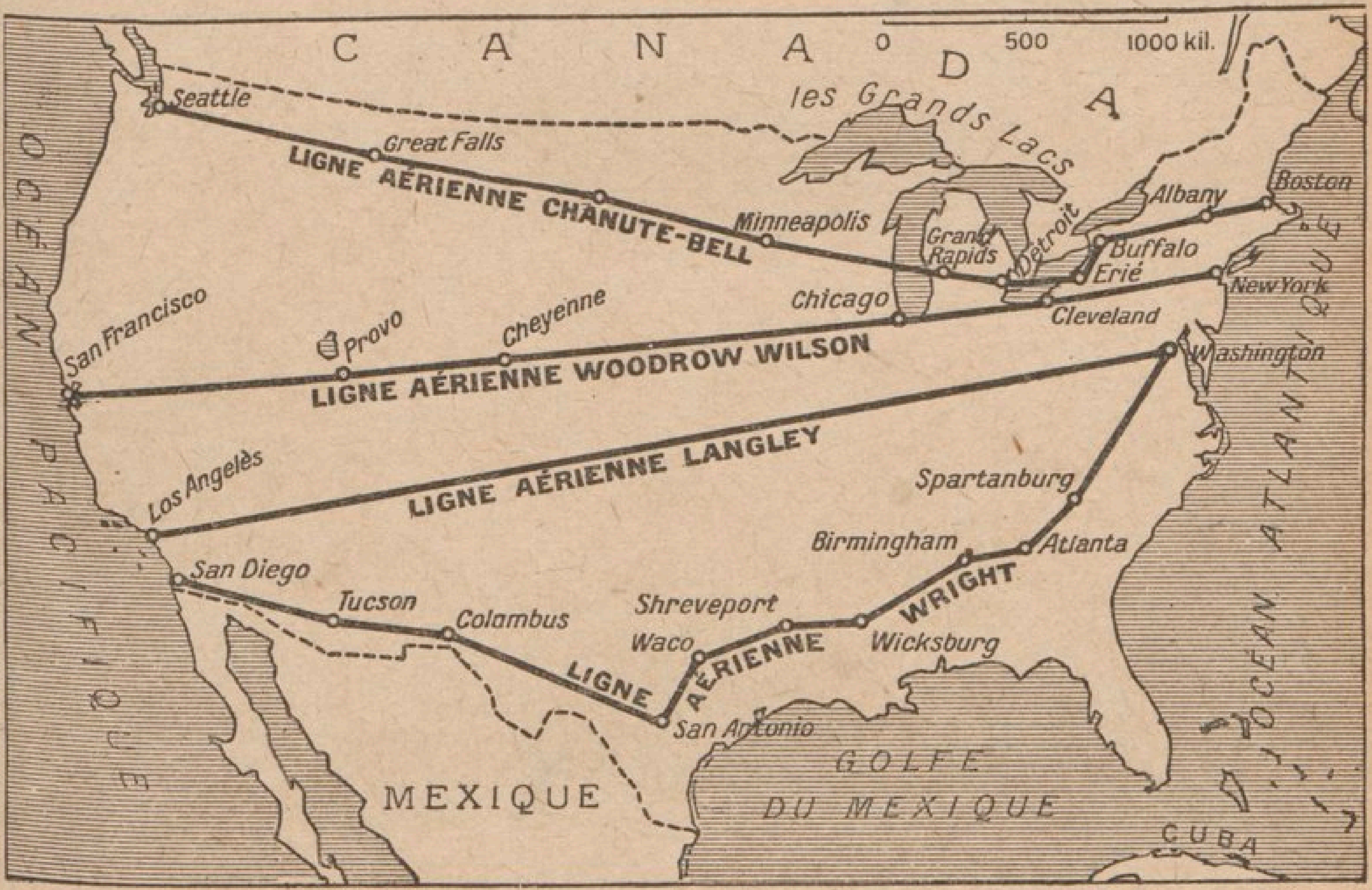
ARRIVÉE DU LIEUTENANT DE BERNARDI SUR LE TERRAIN D'AVIATION DE ROME

La distance de Turin à Rome est de 550 kilomètres. Parti de Turin à onze heures du matin, le courrier était distribué un peu avant quatre heures du soir dans la capitale italienne.

à la remise des sacs au convoyeur au départ et par celui-ci à l'arrivée. Une statistique, publiée à New-York à cette occasion, établissait que, en 1818, le transport des dépêches entre Washington et New-York se faisait par relais de chevaux, en cinquante-six heures ; en 1832, par diligence et bateau, en trente-six heures ; en 1917, par chemin de fer, en sept heures ; en 1918, par avion, il s'effectue en trois heures et seize minutes.

En Suisse, à la suite des réductions continuelles des trains, le département fédéral des postes s'occupe de l'organisation de avec l'Angleterre, qui, comme on le pense bien, se préoccupe activement, elle aussi, de l'utilisation possible et pratique du domaine de l'air et de l'emploi des aéroplanes.

Un comité de transports civils aériens s'est constitué, dont l'un des membres les plus ardents, lord Montagu, exposait le programme dans une conférence faite à Londres le 21 juin. L'éminent conférencier mettait en comparaison le coût d'établissement d'une ligne de chemin de fer de 160 kilomètres et d'une ligne aérienne, celle-ci représentant une mise de fonds de 1.500.000 francs



LES GRANDES LIGNES POSTALES AÉRIENNES PROJETÉES AUX ÉTATS-UNIS

services postaux aériens, qui permettront d'assurer le transport de la correspondance malgré la suppression de la plupart des convois rapides desservant les grandes villes.

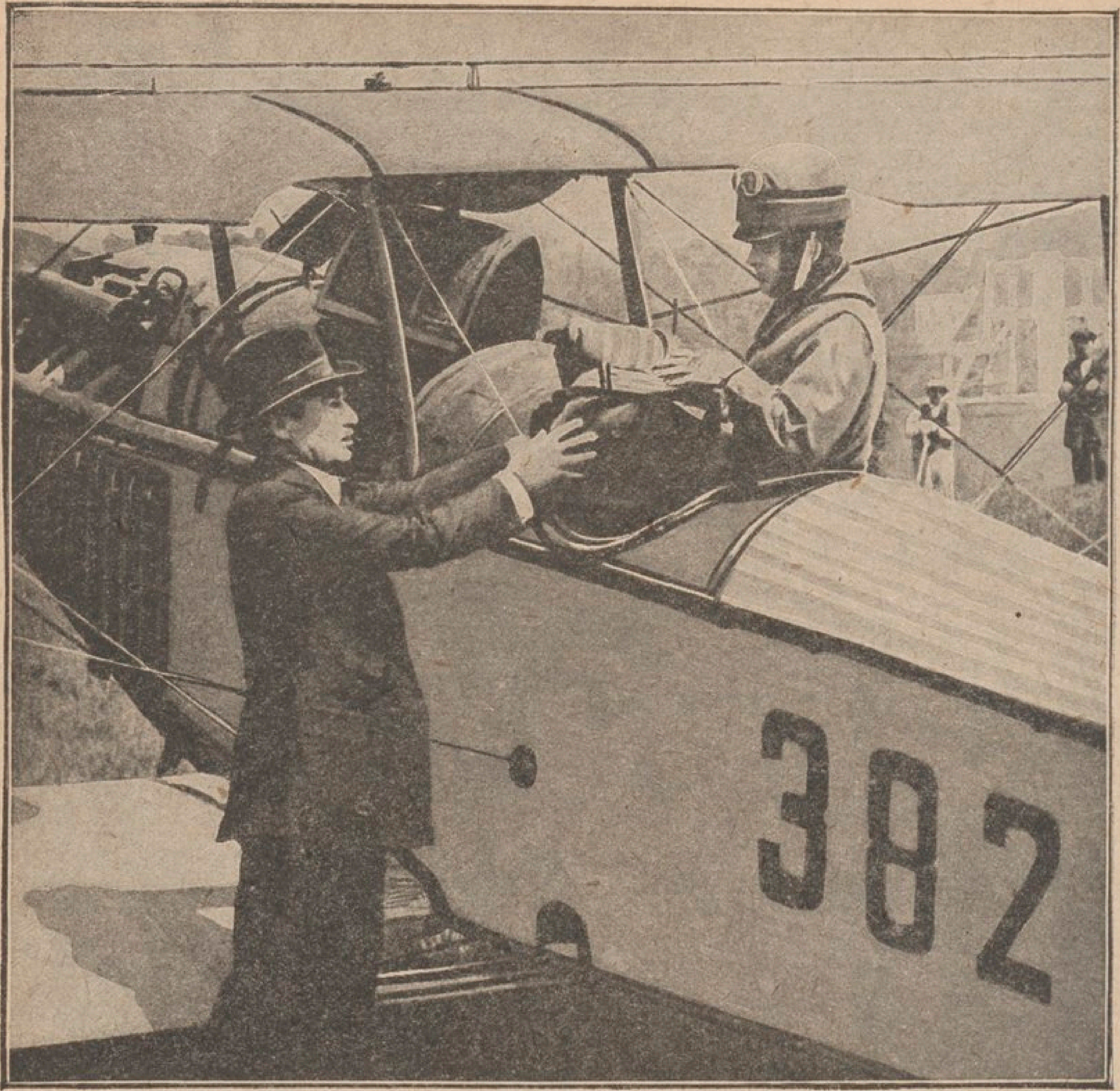
En Grèce, une ligne postale aérienne existe entre Athènes et la ville de Janina.

En Suède, une société s'est fondée, au mois de juin, pour assurer le trafic postal aérien avec la Finlande. Les relais seront Stockholm, les îles d'Aland, Abo et Helsingfors avec diverses traversées maritimes.

En Autriche, depuis le 4 juillet, un service de poste militaire aérienne fonctionne très régulièrement entre Budapest et Vienne.

En Hollande, enfin, l'administration postale a engagé des négociations diplomatiques pour établir un service postal aérien celle-là coûtant 60 millions. Quant aux frais annuels nécessités par l'installation et l'exploitation d'une ligne aérienne entre Londres et Paris, prise comme exemple, comportant un voyage par jour dans chaque direction, lord Montagu les répartissait ainsi : 9 appareils, 562.000 francs ; 5 hangars, 40.000 ; 6 pilotes, 75.000 ; travaux, 136.500 ; dépenses courantes, 136.075 ; réparations, 256.525; direction, bureaux, etc., 300.000. Au total, une dépense de 1 million 500.000 francs environ, qui serait vite récupérée.

La France s'est attaquée la première, en 1913, comme nous l'avons dit plus haut, à la solution du problème, et elle ne l'a pas abandonné un seul instant. Le gouvernement de l'Algérie, au mois de mai 1917, mettait



LE SERVICE POSTAL AÉRIEN ENTRE NEW-YORK ET WASHINGTON
Quelques instants avant de prendre son vol, l'aviateur reçoit à son bord la valise postale.

à l'étude un projet de ligne aérienne Paris-Marseille-Alger-In Salah-Tombouctou. Une commission supérieure instituée par le ministère des Postes et Télégraphes a chargé de la mise au point de ce projet le capitaine Laurent, du cadre algérien, qui a déjà sillonné les régions désertiques d'El Oued, Touggourt, Ouargla et a entrepris de réaliser la jonction aérienne de l'Algérie avec le Soudan.

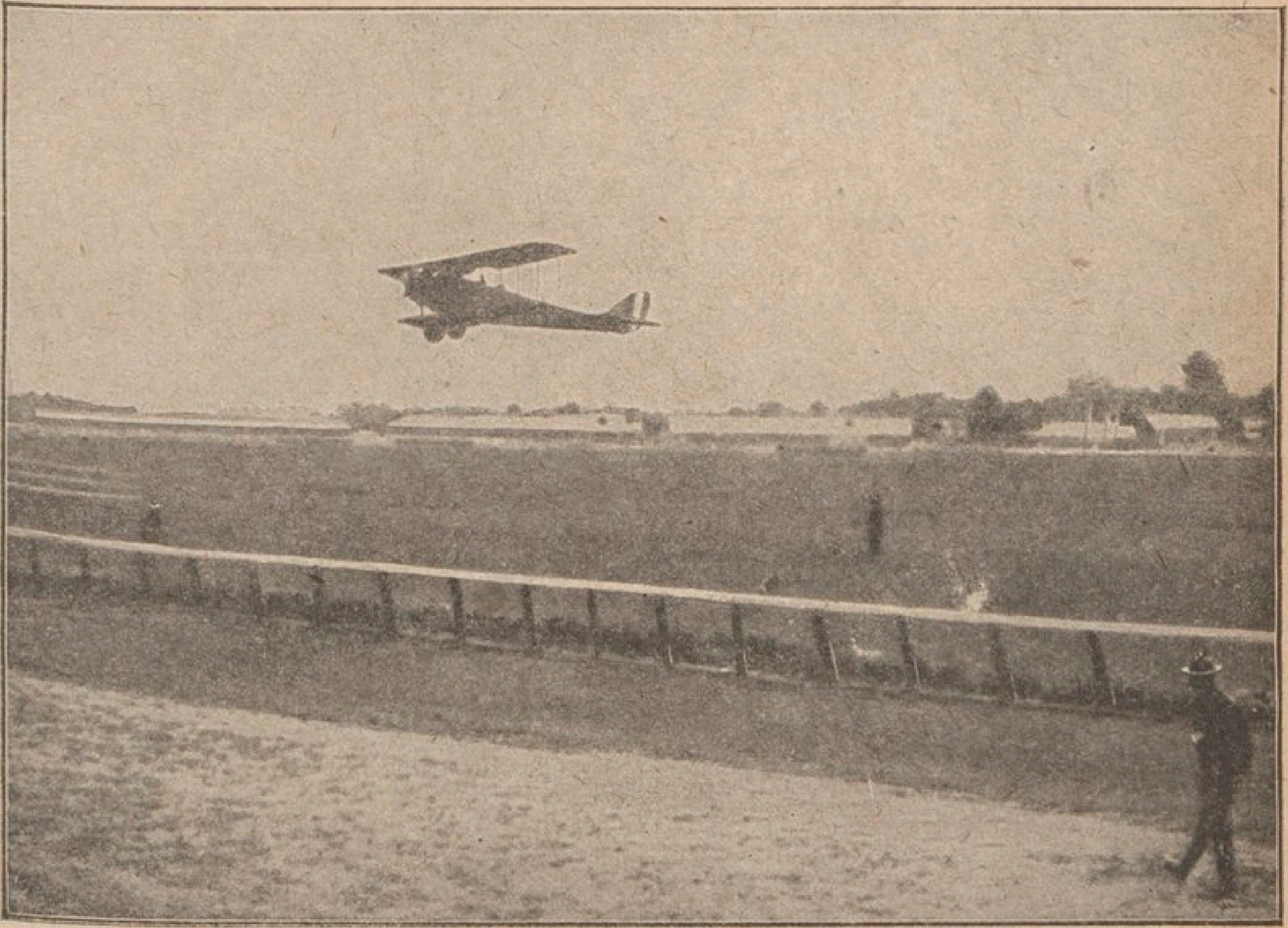
On espère franchir la distance totale en trente heures, en se basant sur une vitesse de 160 kilomètres à l'heure. Cinq heures de Paris à Marseille, cinq heures pour traverser la Méditerranée (si les vents sont favorables) ; puis les 600 kilomètres qui séparent Alger de Ouargla demanderont quatre heures ; même durée pour la distance d'Ouargla à In Salah, qui est également de 600 kilomètres. Enfin, la traversée du désert du Sahara, qui s'étend sur une largeur de 1.500 kilomètres, pourra s'accomplir, grâce à des stations de ravitaillement à In Size et à Malrouk, qui couperont cette dernière partie du voyage en trois étapes de 400, 600 et 500 kilomètres. La durée du voyage, dût-elle être le double de celle qui est prévue, le bénéfice de temps réalisé serait encore immense, sans préjudice des progrès à venir.

Un essai préliminaire a eu lieu le 14 mars de cette année entre Ouargla et In Salah. En dépit du vent et des difficultés que présente un raid aérien au-dessus d'une région où les points de repère n'existent pas, trois avions ont réussi à franchir la distance qui

sépare ces deux agglomérations en sept heures vingt-deux minutes, allure relativement lente mais qui s'explique par ce fait que les appareils utilisés étaient d'un type assez ancien, bien éloigné des avions actuels.

La question de l'avenir de l'aéronautique civile est, désormais, passée en des mains plus officielles encore. Une commission interministérielle poursuit activement l'étude et la solution du problème. Elle est présidée par M. d'Aubigny, député de la Sarthe, déjà président de la sous-commission de l'Aéronautique de la Commission de l'Armée, qui, le jour de l'inauguration, trouva cette formule heureuse : « L'aviation, avant la guerre, était un sport ; l'aviation, pendant la guerre, aura été une arme ; après la guerre, l'aviation devra être une industrie de transport. »

Pour commencer, dès que les essais sérieux, longs, sévèrement contrôlés, auront fourni toutes indications nécessaires à la bonne marche de l'entreprise, la commission mettra en exploitation une ligne aérienne internationale, Paris-Marseille-Nice-Gênes-Rome. Ce long parcours nécessite des vols sur terre, sur mer, le long des côtes, qui se présentent chacun dans des conditions particulières qu'il faut examiner et étudier. La partie, sinon la plus difficile, du moins présentant le plus d'aléas, d'inconnu, de danger, est celle qui comporte les vols au-dessus de la mer. C'est donc par celle-là que l'on a commencé les essais, dès que les services de l'aviation maritime ont pu livrer les appareils bimoteurs nécessaires et offrant le maximum de sécurité reconnue indispensable.



UN AVION POSTAL QUITTE LE CHAMP D'AVIATION DE NEW-YORK

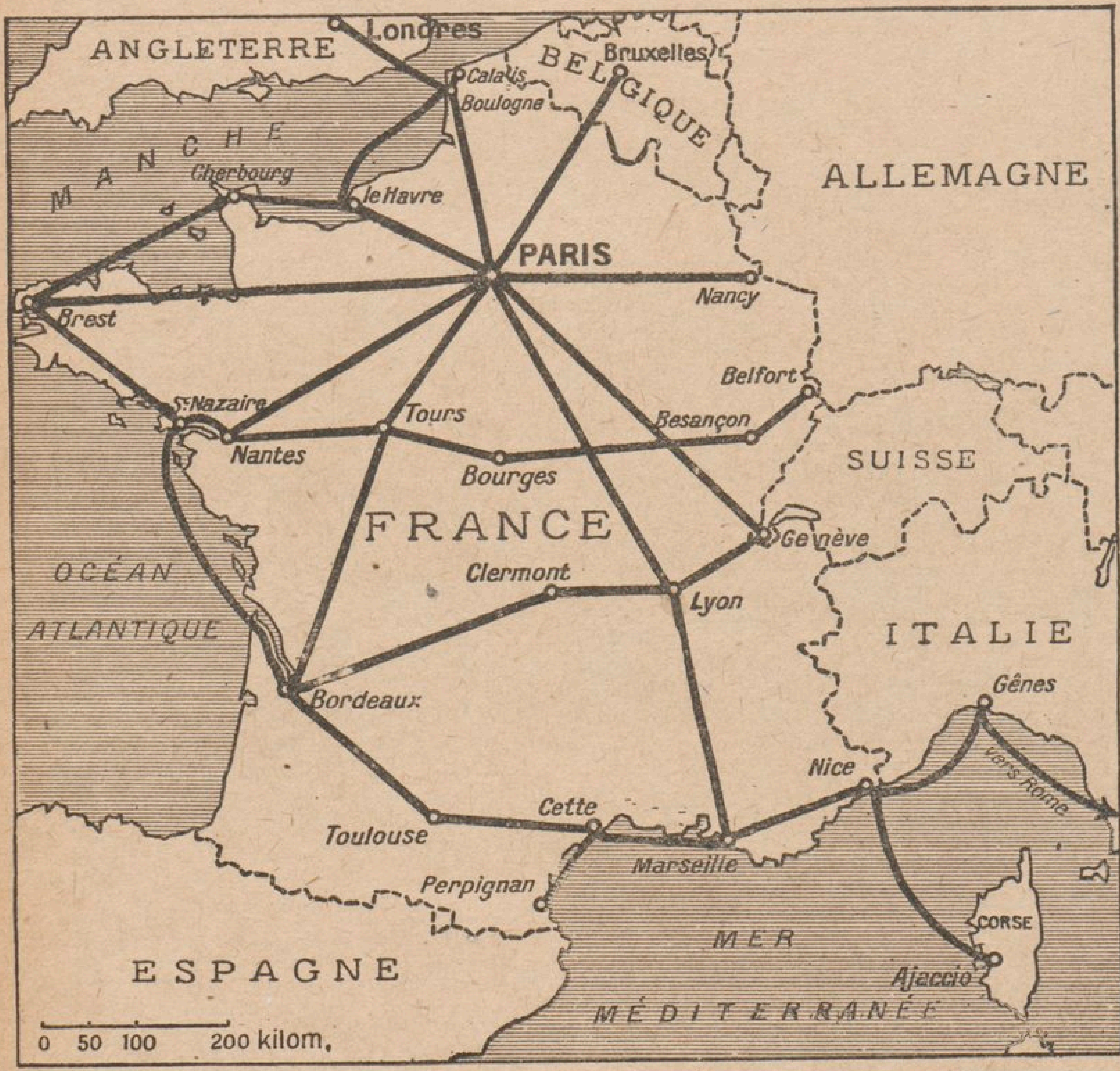
Ce service, qui fonctionne depuis le 15 mai 1918, s'effectue en 3 heures 16 minutes ; au temps des chevaux, il fallait 56 heures pour accomplir le même trajet.

On a choisi la traversée Nice-Ajaccio, que tenta le lieutenant Bague, il y a quelques années, tentative qui lui coûta la vie ; mais, depuis, notre aviation maritime, qui, en 1914, était, pour ainsi dire, inexistante et comptait quelques très rares hydravions, un personnel restreint et un médiocre centre d'instruction à Fréjus, a réalisé des progrès considérables ; si l'on s'en rapporte aux proportions indiquées par M. Boussenot, et si on admet un chiffre de dix hydravions en août 1914, nous en comptons ajourd'hui 818. Les progrès techniques ont été aussi importants, et maintenant, au lieu des vols timides des

jours passés, c'est à plus de 100 kilomètres du rivage que les pilotes de la marine s'en vont surveiller les côtes et protéger les convois de navires qui transportent nos troupes ou nos ravitaillements.

Nice a été désigné comme point de départ, au lieu de Fréjus, où se trouve une importante station d'aviation militaire, de la plage de Juan-les-Pins, que Paulhan avait choisie pour son école et d'Antibes, qui semblerait être le point le plus rapproché de la Corse, parce que Nice est une ville postale importante et que la chambre de commerce a mis à la disposition des services de la Marine l'avant-port et les hangars qu'elle y possède. Les essais se prolongeront assez longtemps, car il faut établir aussi exactement que possible les conditions dans lesquelles pourront s'organiser les vols réguliers, la moyenne des jours pendant lesquels la traversée est possible, la moyenne des accidents qui peuvent se produire, enfin une évaluation des frais que comporte l'entreprise et, par suite, la fixation de la taxe des missives.

Un voyage, si l'on choisit son jour et son heure, est toujours possible ; aussi, dès que l'on a connu les projets de la commission interministérielle, des initiatives privées ont permis de faire diverses démonstrations dont le succès ne pouvait qu'encourager les organisateurs de la poste aérienne.

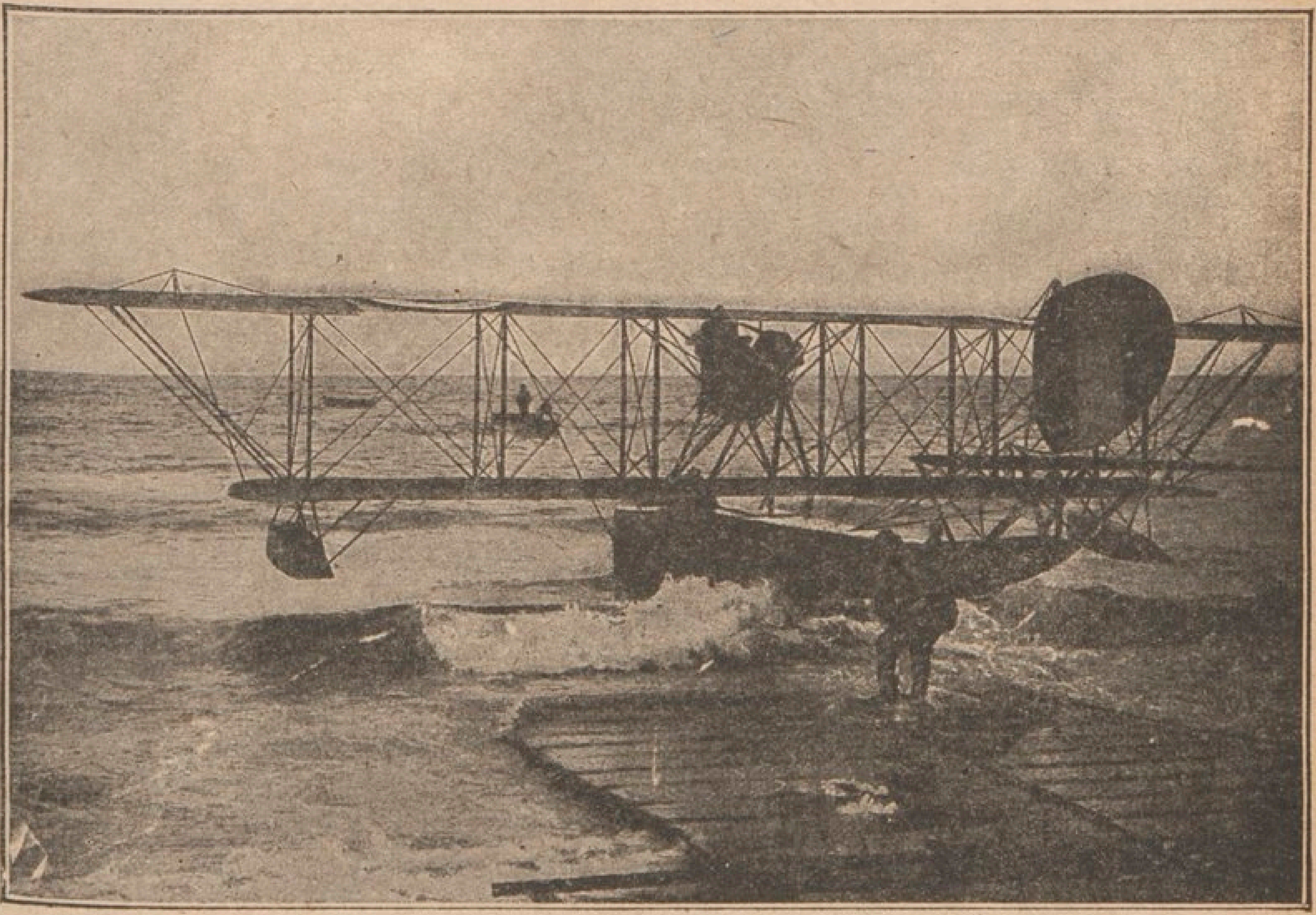


RÉSEAU DES LIGNES POSTALES AÉRIENNES PROJETÉES EN FRANCE

Le 17 mai dernier, deux officiers aviateurs, le lieutenant de Valuez et le lieutenant de vaisseau Pugnet sont partis de Nice à 7 heures du matin et ont atterri à Calvi à 9 h. 15, parcourant ainsi en deux heures et

quart les 172 kilomètres qui séparent Nice de la Corse. C'est sur deux hydravions d'un modèle semblable que les aviateurs, accompagnés chacun d'une mécanicien, ont accompli leur voyage. Ils ont volé constamment côte à côte et n'ont été contrariés par aucune saute de vent. Se dirigeant uniquement à la boussole, ils sont arrivés sur Calvi en quelque sorte mathématiquement, sans avoir nullement repéré la ville. Le projet de la commission comporte un service jusqu'à Bezons, à 1 h. 5 de l'après midi, atteignaient à 3 h. 50 la capitale anglaise, en repartaient un quart d'heure après, à 4 h. 5, après avoir délesté leur avion, et, favorisés par un bon vent arrière, arrivaient à Bezons à 6 h. 40, établissant un record sur cette distance.

C'est par les grandes vitesses réalisées et aussi par la possibilité d'établir des lignes aériennes directes d'un point à un autre, sans autres frais que l'établissement de postes de ravitaillement, s'il y a lieu, que la poste



MISE A L'EAU D'UN HYDRAVION DE LA MARINE SE RENDANT EN CORSE

La première expérience a été faite par les officiers aviateurs de Valuez et Pugnet qui, partis de Nice, ont atterri heureusement à Calvi, effectuant un trajet aérien de 172 kilomètres.

Ajaccio ; la distance totale se trouvera donc augmentée de 65 kilomètres environ, mais ces derniers sont compris dans la zone côtière.

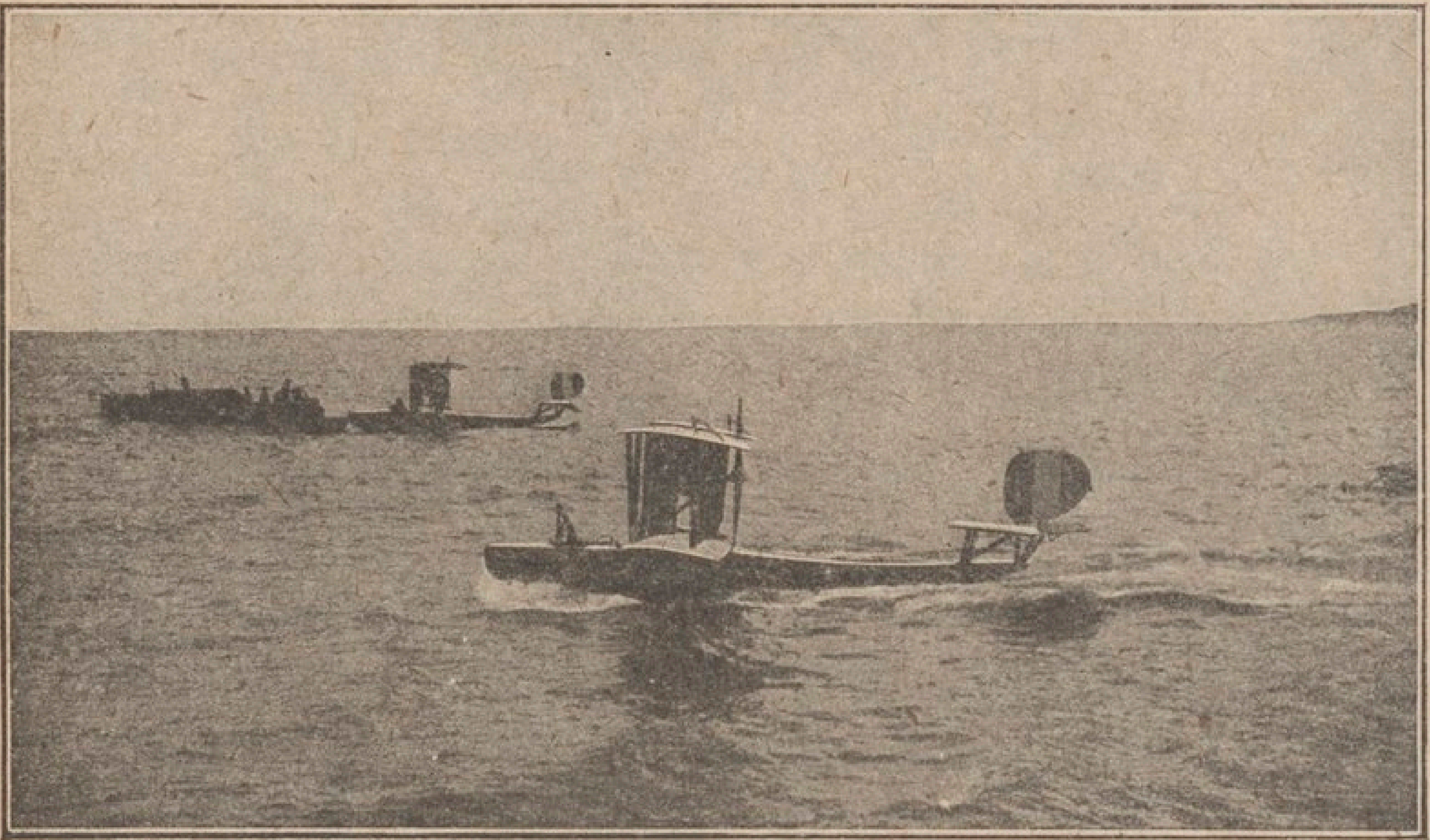
D'autres essais pratiques de poste aérienne ont été faits à la même époque : Paris à Lyon et retour par les aviateurs Ducroq et Lemercier, qui s'envolaient de Vincennes à 6 h. 40, arrivaient à Lyon à 11 h. 15, en repartaient à 1 h. 20 de l'après-midi et étaient de retour à Vincennes à 6 heures du soir ; Paris-Londres et retour par les aviateurs Heraldy et Lorgnat, qui, ayant à bord de leur avion, une charge de 300 kilos, correspondant à la quantité de dépêches qu'ils pouvaient avoir à transporter, quittaient par avions affirmera sa grande supériorité sur tous les autres modes de transport et procurera d'intéressants bénéfices. On reliera d'abord Paris à nos grands ports de mer, le Havre, Boulogne, Cherbourg, Brest, Saint-Nazaire, Bordeaux, Marseille, ainsi qu'à nos principales grandes villes ; mais là où l'avantage sera le plus sensible, ce sera dans les transmissions latérales ou côtières.

Que de temps met une lettre pour aller de Besançon à Bordeaux ou de Grenoble à Nantes en traversant la France horizontalement ! Nos provinces ne sont, pour la plupart, desservies que par le rayonnement direct de Paris vers elles ; entre elles, les

communications sont interminables. Quant aux services côtiers, de Dunkerque au Havre, de Brest à Lorient ou Bordeaux, la liaison est encore plus compliquée, plus lointaine. Notre réseau de voies ferrées, tel qu'il est établi, ne permet pas les relations rapides entre les branches de l'arbre dont Paris est le tronc. C'est l'avion qui, ne connaissant que la ligne droite, sans détours, sans obstacles, résoudra le problème des communications promptes et multiples, au grand profit du public.

L'expéditeur trouvera, dans la transmission de sa correspondance, un avantage tera donc une volumineuse missive en un temps presque aussi court que celui que met un télégramme dont le nombre de mots est forcément toujours un peu mesuré.

Dès que le prix de revient de cette nouvelle exploitation sera établi, on fixera la taxe à percevoir, taxe qui, non seulement remboursera les frais, mais aussi laissera à l'Etat un bénéfice. Cette taxe pourra s'élever jusqu'à 2 francs par lettre, mais nul n'y trouvera à redire, en considérant les avantages procurés par le nouveau mode de transport. La poste aérienne sera le début de l'utili-



DEUX HYDRAVIONS DE LA MARINE FRANÇAISE SE PRÉPARENT AU DÉPART

Dans l'avenir, le service postal aérien entre Nice et Ajaccio sera effectué par des biplans bi-moteurs assez puissants pour pouvoir affronter le mauvais temps.

de rapidité très appréciable. Généralement, en effet, la poste ne transporte qu'une fois par vingt-quatre heures et se sert des trains de nuit. L'avion marchera, au contraire, de jour, si bien qu'on peut admettre qu'une lettre partie de Paris le matin vers 10 heures, pourra être distribuée à Marseille vers 5 heures du soir. En temps normal, par voie ferrée, la poste prend la lettre à 6 heures du soir et ne la distribue généralement que le lendemain matin, vers 10 heures.

Dans une autre direction, vers Londres, par exemple, l'avantage est encore plus saisissant. La réponse à une lettre pourra être reçue dans la même journée ; le raid dont nous parlons plus haut en a fourni la preuve. Aujourd'hui, il faut compter trois fois vingt-quatre heures. Un service aérien transporlisation pratique et commerciale de l'aviation en attendant que s'organise le transport des voyageurs et des marchandises.

M. Louis Marin, dans le rapport qu'il présentait à la Chambre des députés, au mois de juin dernier, en établissant le budget de cette nouvelle entreprise, donnait un corps au projet de la commission interministérielle et lui créait une existence. Les dépenses prévues pour les emplois à créer, le matériel à acquérir, les frais d'entretien et de répartition, l'organisation des bureaux et des aérogares, sont évalués à 1.400.000 francs. Des recettes compensatrices sont prévues aussi, mais un décret du gouvernement pourra, seul, après expériences, en établir le montant. Dès à présent, on les prévoit très importantes.

PAUL MEYAN.

UNE ÉTOILE INATTENDUE EST APPARUE DANS LE CIEL

Par G. BIGOURDAN

ASTRONOME A L'OBSERVATOIRE DE PARIS, MEMBRE DE L'INSTITUT

Les péripéties de la guerre actuelle ont fait passer presque inaperçu un phénomène céleste qui, en temps normal aurait sans doute attiré vivement l'attention du public : c'est l'apparition inattendue dans le ciel d'une brillante *étoile nouvelle*.

Que nous annonce-t-elle? Nous l'ignorons, car à cette question la science n'a pas de réponse ; mais, aujourd'hui, elle peut donner, sur le phénomène en lui-même, des notions qui, sans doute, ne laisseront pas indifférents les lecteurs de *La Science et la Vie*.

Peu de personnes, je crois, ignorent que certaines étoiles ne sont pas toujours également brillantes, autrement dit, changent d'éclat, c'est-à-dire sont tantôt plus belles et tantôt plus faibles. Pour cette raison, elles sont appelées *étoiles variables*. Par l'application de la photographie à l'astronomie, leur nombre s'est accru rapidement dans les dernières années, de sorte qu'aujourd'hui, on en connaît près de 5.000.

L'ABBÉ BOULLIAU

Astronome et théologien ; c'est lui qui, en 1667, donna la première explication de la variation d'éclat de certaines étoiles.

En général, ces étoiles perdent graduellement de leur éclat, passent par un *minimum* de lumière, puis se rallument de même peu à peu, atteignent un *maximum*, pour diminuer à nouveau ; et ainsi de suite, indéfiniment. L'intervalle de temps qui sépare soit un maximum, soit un minimum de celui qui suit immédiatement est ce qu'on appelle la *période* de l'étoile variable.

Cette période varie d'une étoile à l'autre, et même entre des limites considérablement étendues, puisque l'on connaît des étoiles où elle n'est que de six heures et d'autres où elle atteint plusieurs années.

Mais, par exception, certaines étoiles variables présentent, dans leurs changements d'éclat, une allure très différente : en peu de temps, elles deviennent très brillantes, de manière à atteindre presque subitement un éclat exceptionnel qui les fait remarquer de tous ; puis elles diminuent, soit indéfiniment jusqu'à disparition complète, soit en se fixant à un éclat à peu près invariable et généralement faible, de sorte qu'elles ne sont plus visibles sans lunette. En raison de cette apparition subite, on les appelle *étoiles nouvelles* ou, plus scientifiquement, *étoiles variables temporaires*.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que date la connaissance des étoiles nouvelles, car Pline raconte que c'est l'apparition d'une telle étoile qui, 150 ans avant Jésus-Christ, engagea Hipparque, le plus grand des astronomes grecs, à compter et à fixer les positions des étoiles dans le ciel, ce qui donna naissance au plus ancien de nos *catalogues* stellaires. Ainsi, depuis plus de deux mille ans, on sait qu'il y a des étoiles dont l'éclat varie, des étoiles variables *temporaires*. Mais la notion d'étoiles variables *périodiques* est beaucoup plus récente, car elle remonte à moins de trois siècles, et elle ne s'établit que peu à peu à partir de 1638, à propos d'une étoile de la constellation de la Baleine, déjà désignée par la lettre grecque *o* (*omicron*) et prise d'abord pour une étoile nouvelle. Les apparitions successives frappèrent beaucoup les astronomes du temps, et elle reçut le nom, qui lui est d'ailleurs resté, de *Mira Ceti*, l'Admirable de la Baleine.

Les chroniques du moyen âge et les annales diverses ont conservé le souvenir d'apparitions d'étoiles nouvelles. Puis, à partir du renouvellement de l'astronomie, au XVI^e^ siècle, on les a notées avec soin. C'est ainsi que l'on connaît surtout celle qui parut dans

Cassiopée en 1572 et qui fut étudiée par Tycho Brahé ; celle du Serpentaire, en 1604, etc. La dernière qui ait appelé l'attention par son éclat extraordinaire est celle qui parut en 1901 dans Persée ; mais la plus remarquable de toutes est celle de 1572, appelée parfois la *Pèlerine*, et dont Tycho Brahé a donné une relation célèbre.

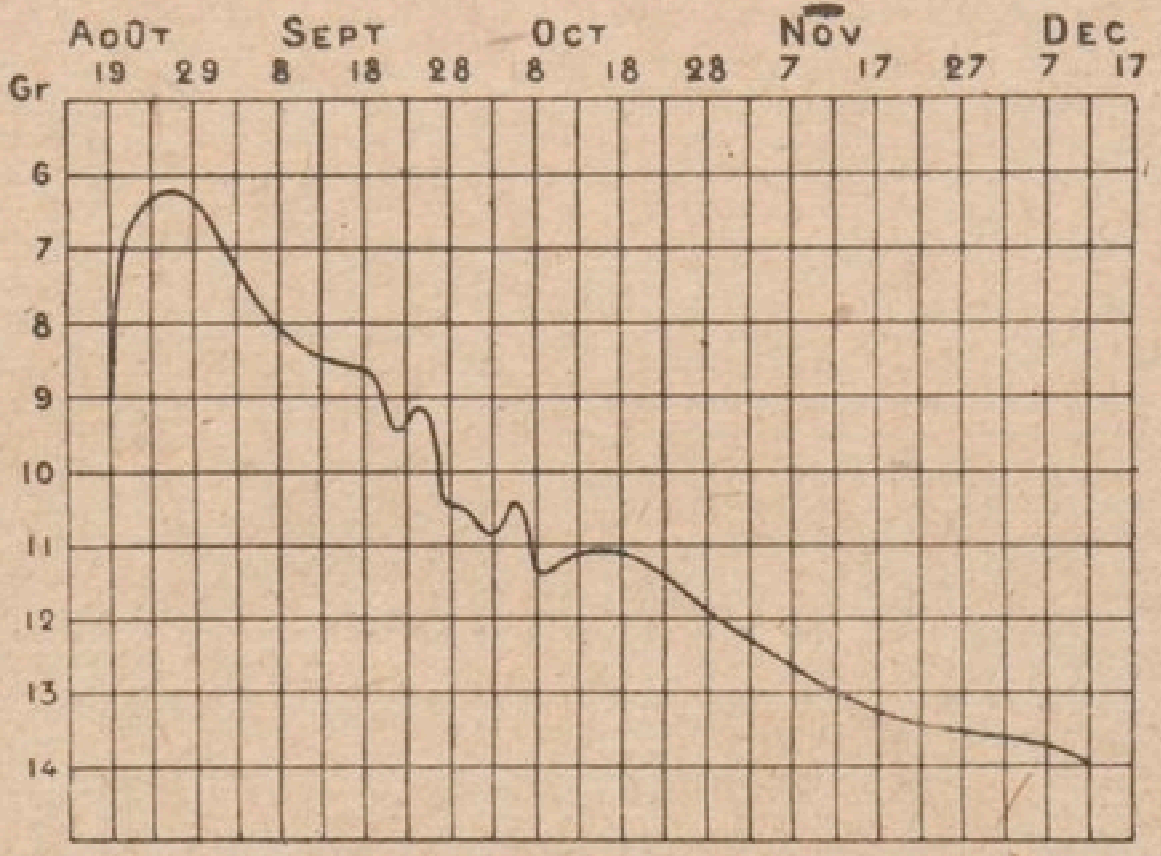


FIG. 1. — COURBE FIGURANT LA VARIATION D'ÉCLAT DE L'ÉTOILE NOUVELLE D'ANDROMÈDE

Un soir, dit-il, le 11 novembre 1572, je vis avec un étonnement indicible, près du zénith, dans Cassiopée, une étoile radieuse d'un grandeur extraordinaire. Frappé de surprise, je ne savais si je devais en croire mes yeux. Pour me convaincre qu'il n'y avait pas d'illusion, et pour recueillir le témoignage d'autres personnes, je fis sortir les ouvriers occupés dans mon laboratoire et je leur demandai, ainsi qu'à tous les passants, s'ils voyaient comme moi l'étoile qui venait d'apparaître tout à coup. J'appris plus tard qu'en Allemagne, des voituriers et autres gens du peuple avaient prévenu les astronomes d'une grande apparition dans le ciel, ce qui a fourni l'occasion de renouveler les railleries accoutumées et stupides contre les hommes de science...

FIG. 2. — LE SOLEIL AVEC SES TACHES, VU DANS UNE LUNETTE ASTRONOMIQUE

Son éclat surpassait même Sirius, la plus brillante étoile du ciel, et de bons yeux pouvaient la voir pendant le jour, même en plein midi, quand le ciel était pur ; elle scintillait très fortement. A partir du mois de décembre 1572 son éclat commença de diminuer, de sorte qu'en février et mars 1573 elle égalait les étoiles de première grandeur, en août-mai celles de la deuxième, en juillet et août celles de la troisième ; à partir de février 1574, elle avait disparu complètement, après avoir brillé ainsi pendant dix-sept mois (les lunettes de grande puissance n'étaient pas encore inventées).

En changeant d'éclat, elle changea aussi de couleur : d'abord blanche, elle passa au jaune puis au rouge.

Telle est, en raccourci, l'histoire de cette étoile, et, peut-on ajouter, l'histoire de toutes les étoiles nouvelles étudiées jusqu'ici : la courbe de la figure 1, qui représente la variation de lumière d'une étoile nouvelle vue en 1885, donne une idée de l'allure de leurs variations d'éclat.

Jusqu'ici, et dans l'intervalle de vingt siècles, on compte vingt-quatre étoiles nouvelles ; mais sur ce nombre il n'y en a que onze qui aient été visibles à l'œil nu.

Celle de juin de cette année fut découverte par un grand nombre d'astronomes le 8 juin, vers la limite des constellations de l'Aigle et d'Ophiuchus, de sorte que, tandis que les uns l'appellent *Nova Aquilæ* (n° 3), les autres lui donnent le nom de *Nova Ophiuchi*. Elle était alors entre la première et la deuxième grandeur ; et les observateurs qui, la veille, exploraient la région où elle se trouve, ne remarquèrent rien. Elle augmenta donc très rapidement d'éclat, et d'ailleurs continua, pour atteindre son maximum le lendemain 9 juin, jour où elle surpassait sensiblement la moyenne des étoiles de première grandeur ; elle était alors nettement plus brillante que la précédente étoile nouvelle observée, celle qui parut dans Persée en 1901 ; dans l'ordre des éclats, elle n'est probablement surpassée que par la célèbre *Pèlerine* de l'année 1572.

Dès le 10 juin, son éclat était nettement diminué, et aujourd'hui, elle est déjà faible ;

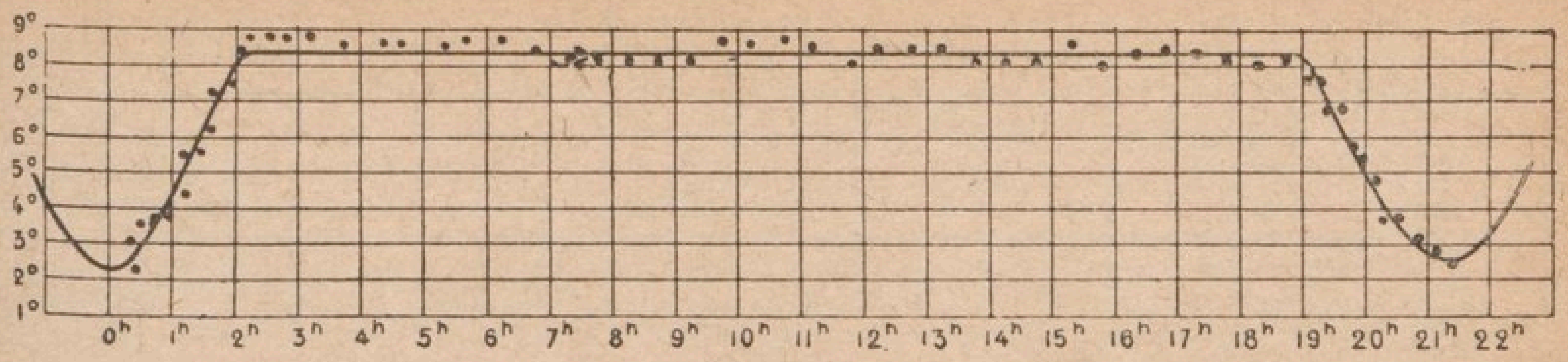


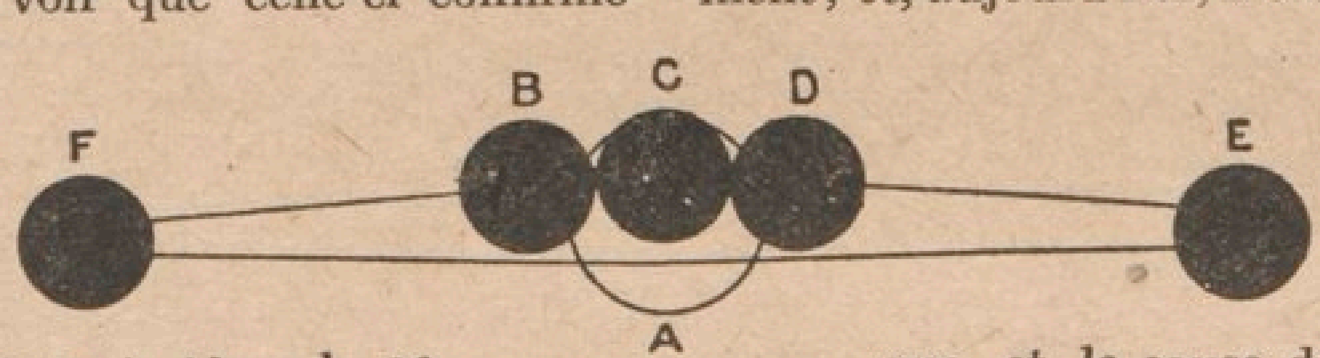
FIG. 3. — COURBE REPRÉSENTANT LA VARIATION D'ÉCLAT D'UNE ÉTOILE DU TYPE D'ALGOL

comme on voit, elle présente donc cette particularité que son évolution a été, au moins au début, plus rapide qu'à l'ordinaire.

On a remarqué depuis longtemps que les étoiles nouvelles se montrent au voisinage de la voie lactée : il suffit de jeter les yeux sur le ciel pour voir que celle-ci confirme encore la règle.

Dès le premier jour, on a constaté qu'elle occupe la même place qu'une étoile photographiée à Alger le 20 août 1909 ; même, elle lui est probablement identique, mais l'expérience a montré que, dans ce genre d'affirmations, il faut être prudent. Ainsi, en 1885, le noyau de la nébuleuse d'Andromède parut avoir augmenté considérablement d'éclat ; mais on s'aperçut ensuite que le changement d'aspect tenait à une étoile nouvelle qui s'était montrée tout contre le noyau. Ici de même, l'éclat de l'étoile nouvelle pouvait simplement éclipser l'étoile photographiée à Alger, et on ne pourra se prononcer que lorsque son éclat aura baissé suffisamment.

La première explication qu'on ait donnée de la variation d'éclat de certaines étoiles est due à un astronome français, Boulliau, qui, en 1667 supposait que ces étoiles tournent sur elles-mêmes et n'ont pas une surface partout également lumineuse. C'est ce qui doit se présenter pour le Soleil, vu de très loin, c'est-à-dire comme une étoile. On sait qu'il présente des taches, dont la figure 2 donne une idée. Ces taches, parfois nombreuses disparaissent quelquefois complètement; et, aujourd'hui, il est bien établi que la période est de un peu plus de onze ans. Ainsi, notre Soleil est une étoile variable périodique, et la cause de cette variabilité rentre dans l'explication de Boulliau.



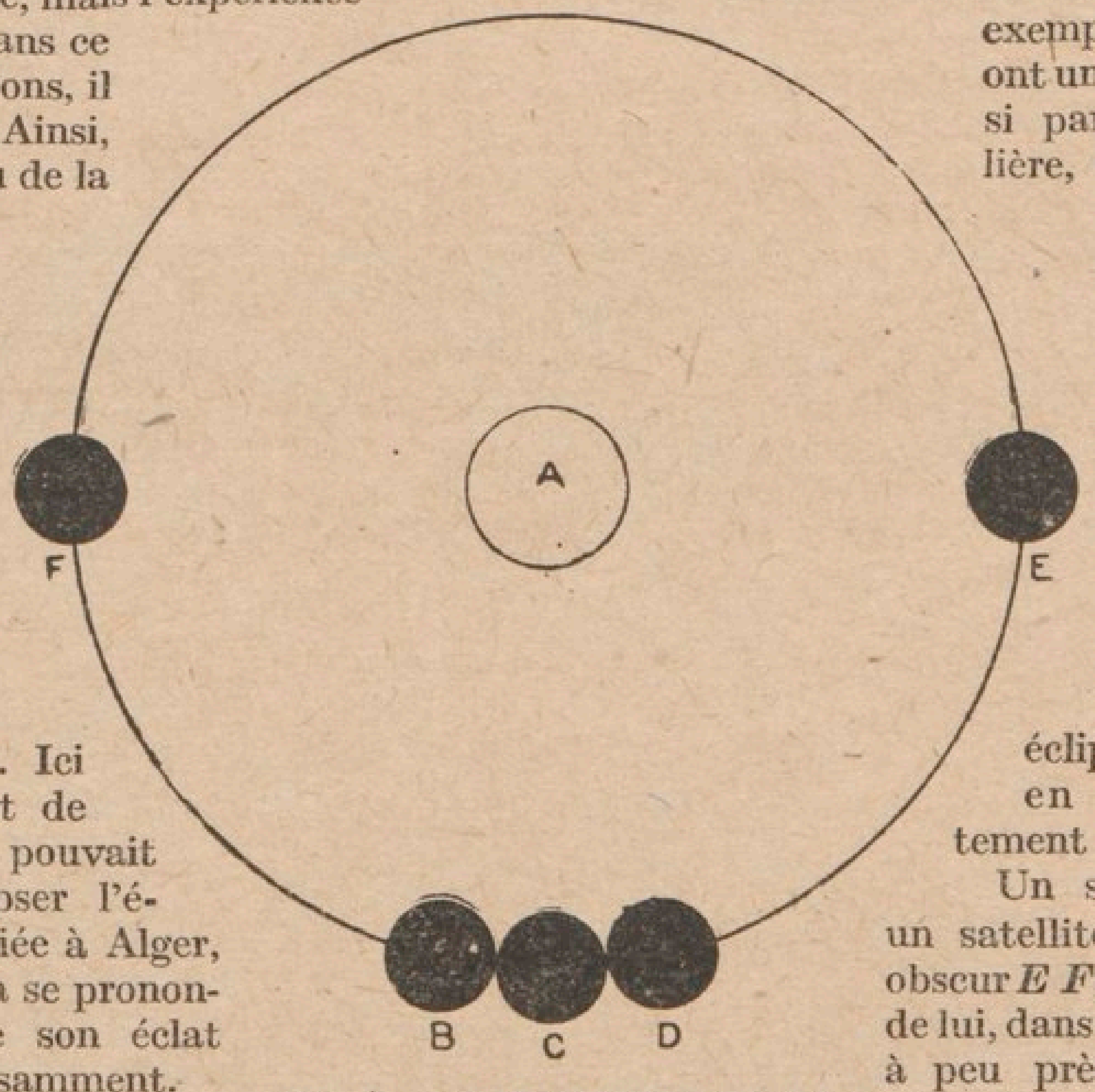


FIG. 4. — EXPLICATION DE LA VARIABILITÉ DE L'ALGOL

La partie supérieure de la figure suppose l'œil au voisinage du plan de l'orbite du satellite, ainsi que cela a lieu réellement. La partie inférieure montre le plan du système.

(Voir le texte dans cette page.)

Mais certaines étoiles, *Algol*, par exemple, dans Persée, ont une loi de variation si parfaitement régulière, que l'explication de Boulliau n'est pas complètement satisfaisante. Aujourd'hui, il est bien démontré que dans les étoiles de ce type, la diminution momentanée d'éclat provient d'une véritable éclipse : la figure 4 en explique nettement le mécanisme.

Un soleil *A* possède un satellite plus ou moins obscur *E F*, circulant autour de lui, dans un plan qui passe à peu près par la Terre. Quand ce satellite se trouvera en *B*, *C*, *D*, entre le soleil *A* et nous, il nous cache plus ce soleil, comme on voit dans la partie supérieure de la figure 4, et, par suite, son éclat apparent est diminué pour nous ; mais, comme

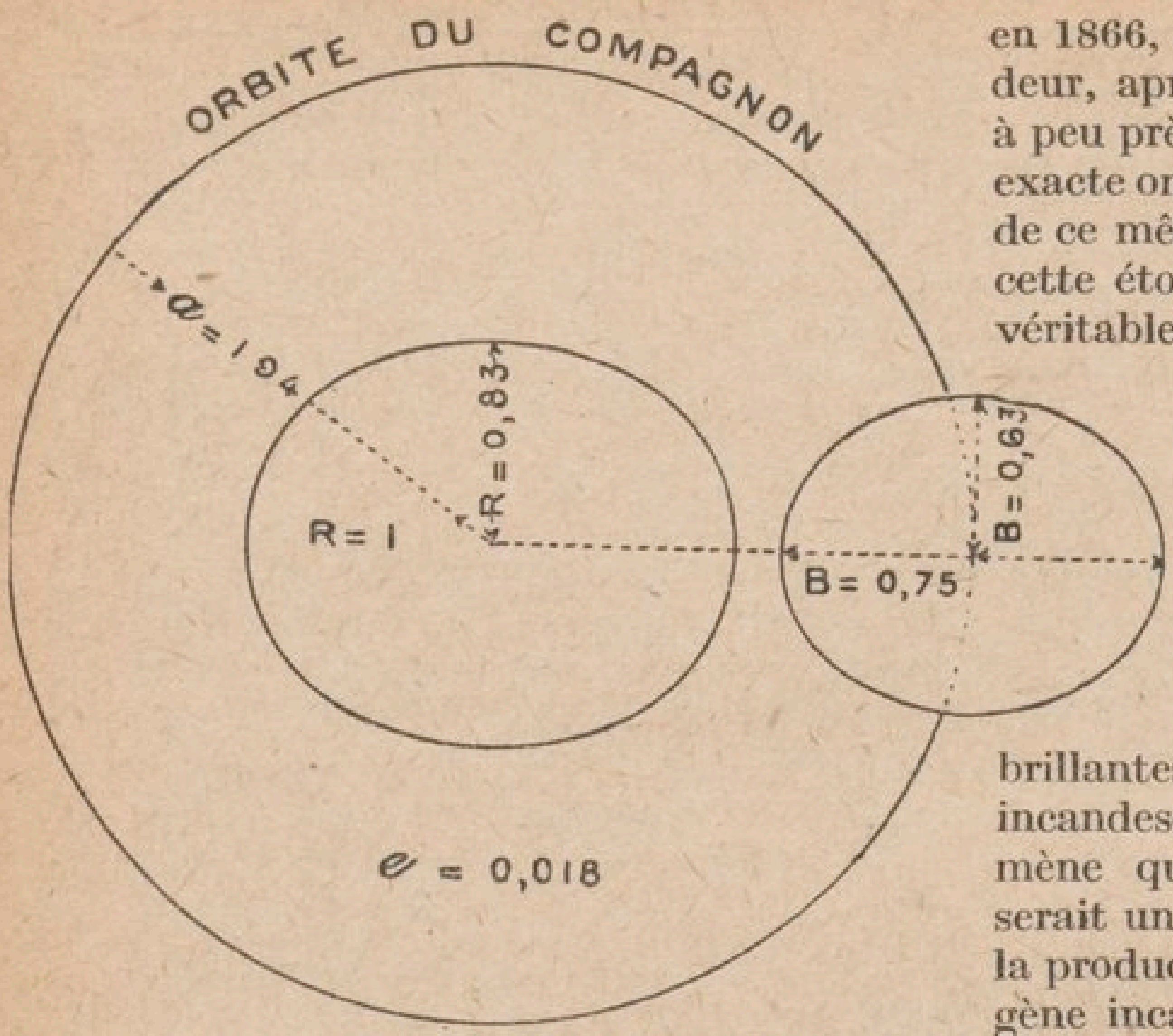


FIG. 5. — EXPLICATION DES VARIATIONS D'ÉCLAT DE B LYRE

on voit, la cause est non pas d'ordre physique, mais purement et simplement optique.

Dans d'autres cas, le changement peut être réel, physique; la figure 5 donnera une idée de la manière dont les choses paraissent se passer, dans le cas, par exemple, de *B* Lyre.

Ce système paraît se composer de deux étoiles légèrement aplaties, dont le compagnon est un peu plus petit et un peu plus brillant que l'astre principal ; ce compagnon se déplace sur une orbite presque circulaire et dont le rayon n'atteint pas le double de celui de l'astre central. L'ensemble du système a une masse égale à trente fois environ celle de notre Soleil, mais sa densité est extrêmement faible, à peine supérieure à celle de *l'air* formant l'atmosphère à la surface de la Terre.

Pour les anciens astronomes, une étoile nouvelle pouvait être comparée à un vaste incendie, allumé dans des matières très inflammables : il atteignait presque instantanément sa phase maximum et s'éteignait ensuite peu à peu sans laisser de trace visible.

Les lunettes ont montré que cette disparition n'est pas toujours complète. Ainsi l'étoile nouvelle de la Couronne, parue en 1866, et qui atteignit la deuxième grandeur, après avoir diminué d'éclat, s'est fixée à peu près à la dixième. Et comme à sa place exacte on avait vu antérieurement une étoile de ce même éclat 10, il en résulte qu'en 1866, cette étoile dut passer par une catastrophe véritablement extraordinaire, dont les plus grandes commotions de notre globe ne peuvent donner la moindre idée.

Depuis, le merveilleux instrument qu'est le spectroscope, a permis de préciser ce qui se passe. Il montre dans le spectre des étoiles nouvelles, à leur maximum d'éclat ou, peu après, des raies brillantes très développées de l'hydrogène incandescent. Ainsi, en lui-même, le phénomène qui produit l'augmentation d'éclat serait un immense cataclysme occasionnant la production de quantités énormes d'hydrogène incandescent qui enveloppent l'étoile. Quelquefois, ces raies brillantes persistent jusqu'à la fin de la visibilité de l'étoile, mais pour d'autres étoiles, ces lignes lumineuses disparaissent pour ne laisser voir qu'un spectre soit continu, soit sillonné de raies noires.

La figure 6, qui représente le Soleil, entouré de ses protubérances ou flammes d'hydrogène, peut aider à concevoir comment les choses se passent. Il suffit d'imaginer que, pour une cause à trouver, ces protu-

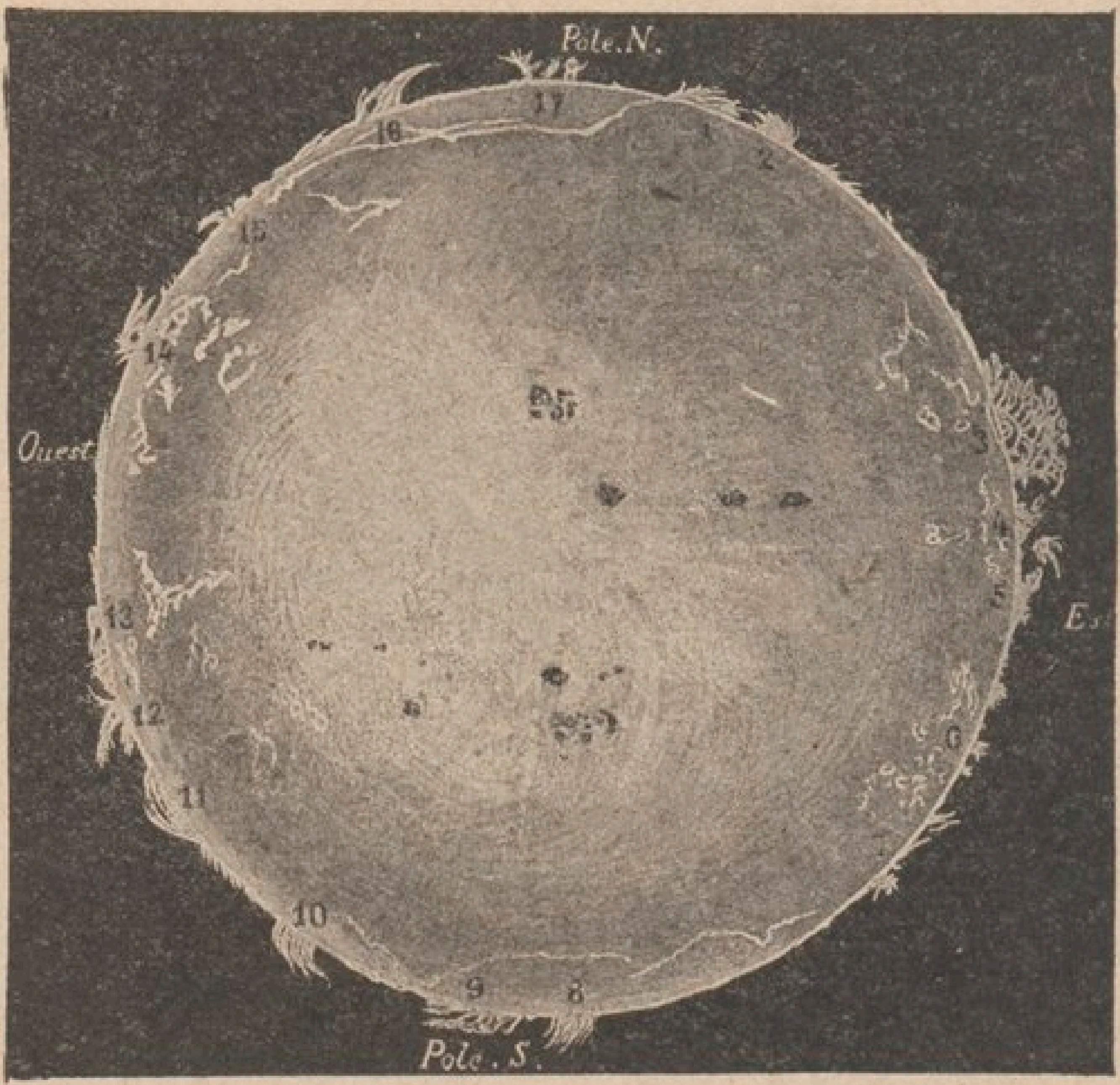


FIG. 6. — LE SOLEIL AVEC SES PROTUBÉRANCES

Ces protubérances sont figurées sur ce dessin telles que le spectroscope permet de les voir.

bérances deviennent beaucoup plus nombreuses, beaucoup plus développées : l'éclat augmenterait en conséquence, et de loin notre soleil paraîtrait une étoile nouvelle. Quant à nous, pauvres habitants de la Terre, nous serions sans doute brûlés instantanément avec tout ce qui vit et respire sur notre planète, en admettant qu'elle même ne fût pas vaporisée tout entière.

Reste à savoir quelle est la *cause* de la production ou plutôt de la libération presque instantanée de cette masse d'hydrogène. Ici nous entrons dans l'hypothèse, à cause de l'immense distance des étoiles qui ne nous permet de saisir aucun détail à leur surface, mais on a fait diverses hypothèses plausibles.

L'une est l'influence des marées. Reportons nous à la figure 5, où le satellite est très rapproché de l'étoile principale : il peut se produire des marées énormes dans les deux corps, allant même jusqu'à occasionner des explosions. Si cela se produisait dans notre Soleil, où les matières internes, dissociées par la chaleur, sont maintenues ordinairement par les très fortes pressions que développe l'attraction de la masse, il en résulterait un dégagement énorme et instantané de gaz et de vapeurs qui se répandraient tout autour, ainsi qu'il arrive dans les étoiles nouvelles.

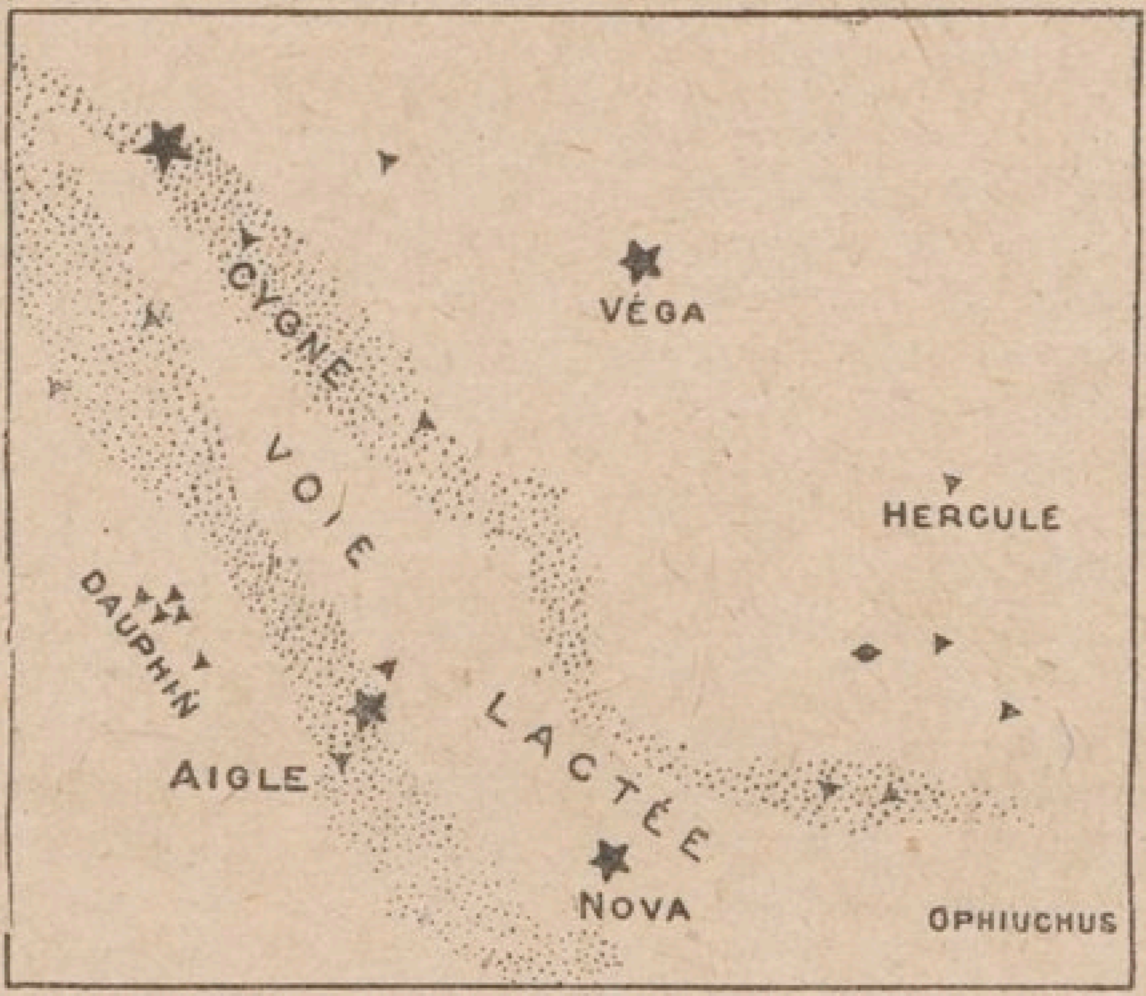


FIG. 7. — POSITION DE L'ÉTOILE NOUVELLE (« NOVA ») DANS LE CIEL

FIG. 8. — CE DESSIN PERMET DE JUGER DE L'INCOMPARABLE ÉCLAT DE L'ÉTOILE DU 8 JUIN
Elle se trouve au bas, vers la droite ; en haut : « Vega ».

Une autre hypothèse explicative est celle du choc. On sait depuis longtemps que les étoiles ont des mouvements propres, de directions et de vitesses variées. On sait qu'il y a dans l'espace des nébuleuses, espèces de nuages cosmiques formés de matière très diluée et d'ailleurs extrêmement étendus. Si la rencontre de deux étoiles est peu probable, celle d'une étoile et d'une nébuleuse est bien admissible dans un point ou dans un autre de l'incalculable étendue qu'offre notre Univers. Dans ce choc, l'étoile pénètre dans la masse de la nébuleuse comme un boulet dans notre atmosphère ; il en résulte un frottement considérable, un dégagement énorme de chaleur, des explosions partielles ou totales, toutes circonstances qui favorisent à un haut degré l'échappement des gaz et des vapeurs qui constituent l'étoile ; et ainsi, elle deviendra momentanément beaucoup plus brillante, comme il arrive dans les étoiles nouvelles.

Cette hypothèse se trouve d'ailleurs une confirmation dans les observations faites sur les plus récentes étoiles nouvelles, dans le fait que ces étoiles se sont trouvées transformées en de véritables nébuleuses, à la suite, sans doute, de la vaporisation partielle ou totale de leur masse.

G. BIGOURDAN.

UN CINÉMATOGRAPHE DE CAMPAGNE

La division photographique du *Signal Corps*, de l'armée américaine, a récemment adopté un appareil pour prise de vues cinématographiques inventé par M. Carl Akeley, très connu aux Etats-Unis comme naturaliste et chasseur de gros gibier.

Cet appareil est le fruit de cinq ans de travail de la part de son inventeur, qui en a eu l'idée alors qu'il prenait part à des expéditions cynégétiques sur le continent africain.

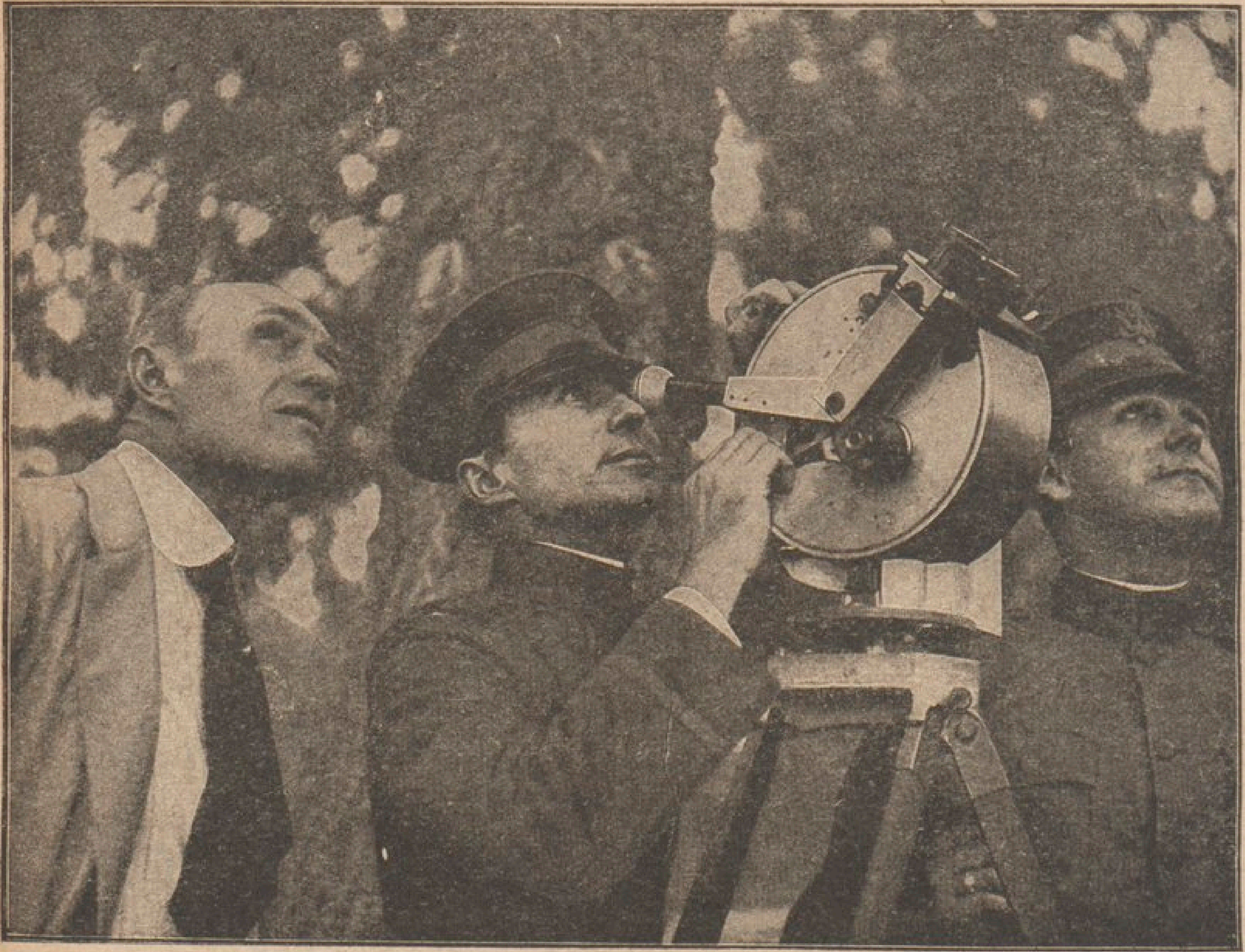
M. Akeley avait emporté avec lui le matériel nécessaire pour prendre des clichés rapides pendant la poursuite des fauves.

L'expérience acquise sur le terrain même par ce maître chasseur, lui prouva qu'aucun des appareils actuels de prise de vues cinématographiques n'était parfaitement adapté au genre de service qu'exige d'un semblable instrument un photographe naturaliste.

M. Akeley s'étant mis au travail avec l'énergie qui le caractérise, s'efforça de réaliser un appareil capable de répondre à ce service tout spécial et particulièrement dur.

Cet appareil, construit entièrement en métal, est rendu très léger par l'emploi presque exclusif de l'aluminium. Grâce à un stabilisateur gyroscopique, on l'utilise facilement sans être obligé de le fixer sur un pied. Les lentilles sont disposées de telle façon que l'on peut photographier des objets distants de plusieurs kilomètres tout en obtenant sur la plaque une image parfaitement nette et qui se prête très bien aux agrandissements.

Depuis que son invention a été adoptée par le service photographique de campagne de l'armée américaine, M. Akeley y a ajouté divers perfectionnements qu'il nous est malheureusement interdit de décrire.

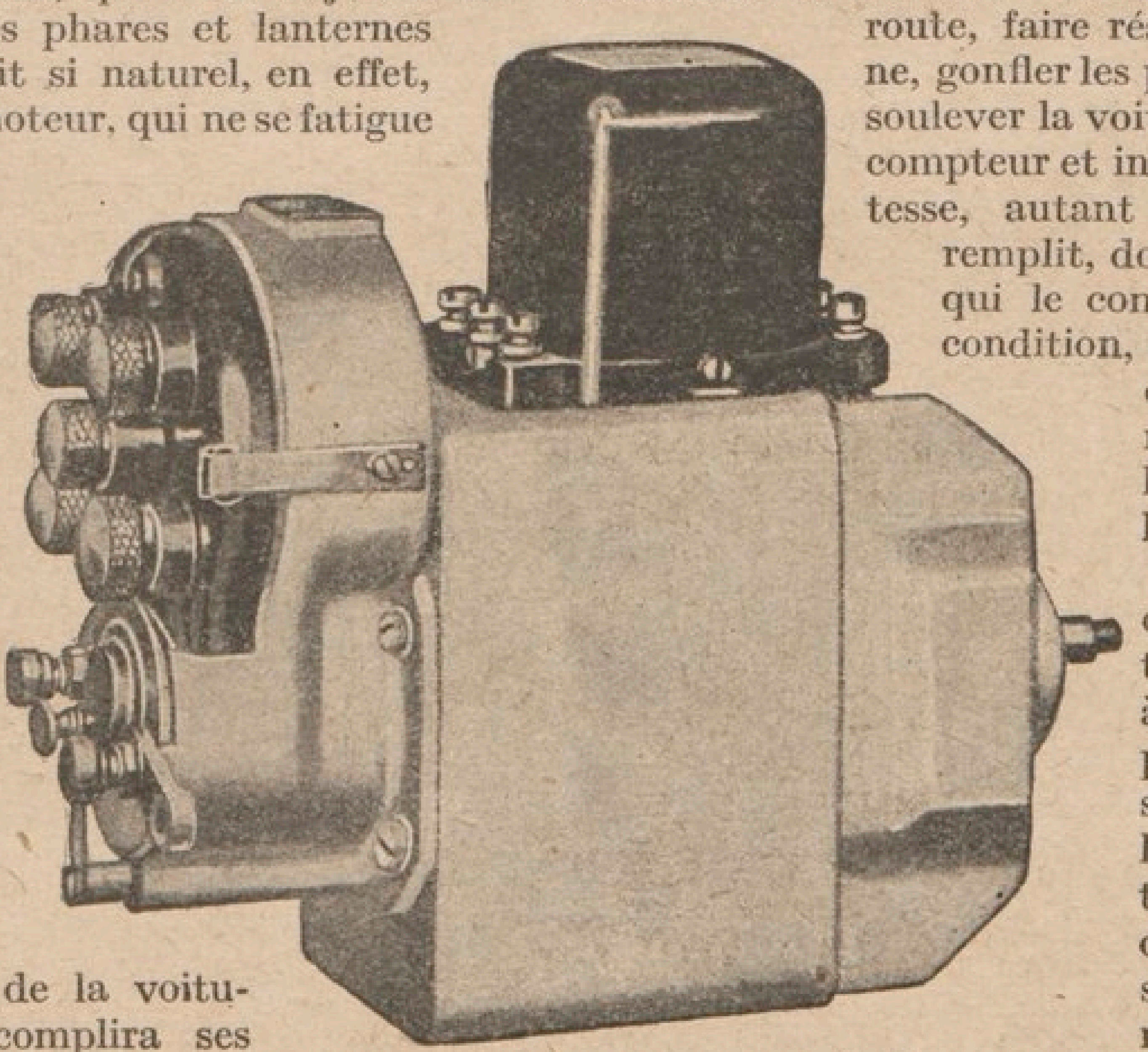


L'APPAREIL DE M. CARL AKELEY PERMET DE CINÉMATOGRAPHIER UN AVION EN PLEIN VOL

LE DÉMARRAGE ÉLECTRIQUE DES MOTEURS SUR LES VOITURES AUTOMOBILES

Par Pierre MEILLERAIE

Quand on pourra racheter des voitures automobiles, il est certain que l'on exigera qu'elles soient munies de ces deux accessoires si pratiques et reconnus désormais indispensables : le démarrage et l'éclairage électrique. Il n'est pas une voiture, aux Etats-Unis, qui n'ait aujourd'hui son démarreur, ses phares et lanternes électriques. Il était si naturel, en effet, de demander au moteur, qui ne se fatigue jamais, de remplacer l'effort humain, de lui faire produire le courant électrique qui fera briller dans la nuit projecteurs et ampoules, qui chargera les accumulateurs destinés à alimenter et à régulariser ce courant, et, aussi, à actionner la dynamo motrice sous l'effort de laquelle, au moment du départ de la voiture, le moteur accomplira ses premières révolutions.



DYNAMO ALLUMEUSE ET GÉNÉRATRICE

Sur l'avant de la boîte, on voit le distributeur de courant et les quatre bornes de contact correspondant aux quatre cylindres du moteur. Au-dessus de la boîte, le régulateur de la dynamo.

A ceux qui ont eu à leur disposition un de ces démarreurs électriques, qui ont pu, par une simple pression du pied sur une pédale ou en tournant un commutateur, s'éviter la peine de quitter leur siège, de descendre dans la boue, sous la pluie, pour tourner la manivelle, heureux encore si le moteur veut bien partir du premier coup, à ceux-là, ne parlez plus d'une voiture automobile sans démarreur, pas plus que d'un générateur à acétylène pour l'éclairage des phares et lanternes. Il est aussi désagréable d'avoir à mettre du carbure de calcium dans le panier du générateur et de remplir d'eau celui-ci — quand on en trouve — que de tourner la manivelle.

Pourquoi donc s'astreindre à ces deux opérations, quand on a à sa disposition l'énergie du moteur, à qui l'on peut demander tant de services et qui les rend d'ailleurs avec obéissance et servilité ? Eclairer, mettre en route, faire résonner la sirène, gonfler les pneumatiques, soulever la voiture, actionner compteur et indicateur de vitesse, autant de rôles qu'il remplit, docile à la main qui le commande, à la condition, bien entendu, que cette main le soigne, le surveille et l'alimente.

Etant admis que toutes voitures devront, à l'avenir, pour donner satisfaction à leurs propriétaires, posséder ces accessoires ingénieux, il n'est pas inutile que nous fassions connaître les appareils, procédés, dispositifs et modes d'emploi qui sont en usage à l'étranger, et dont nous commençons à nous servir en France, pour l'utilisation pratique de l'électricité sur les voitures automobiles.

Dynamos motrices, dynamos génératrices, accumulateurs, sont les organes indispensables de tout appareillage électrique. Ce qui diffère dans les diverses installations, c'est justement la mise en place de tous ces organes et, en quelque sorte, l'ordre dans

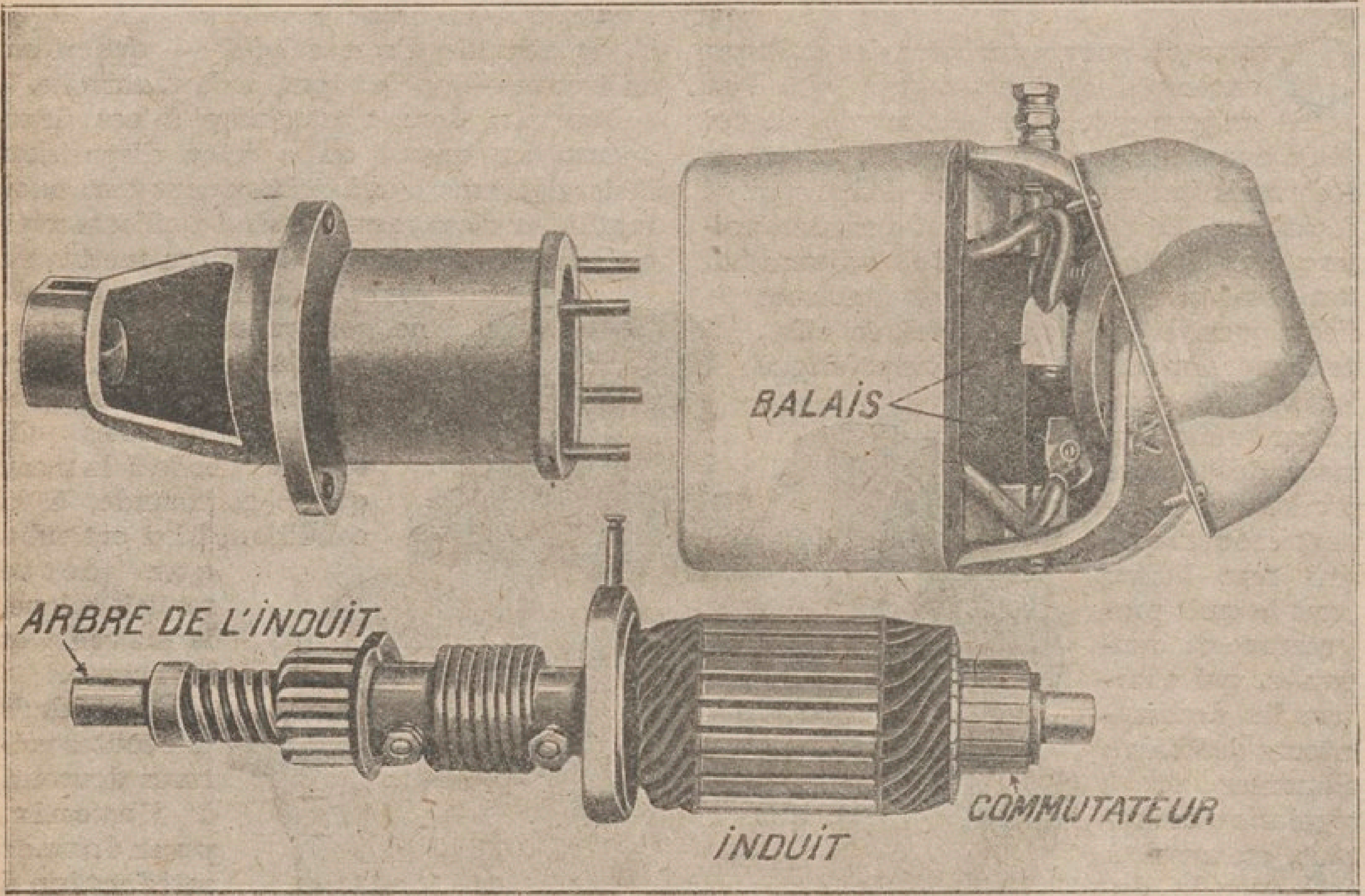
lequel ils sont placés sur les châssis ; mais, toujours ces mêmes appareils servent, à la fois, à la mise en marche du moteur et à l'éclairage des lampes. Certains permettent la suppression de la magnéto et produisent directement l'étincelle dans les cylindres du moteur ; d'autres sont, en même temps, moteur et générateur, et, par conséquent, rendent inutile la batterie d'accumulateurs ; d'autres installations, enfin, ont la série complète, génératrice, motrices et accumulateurs mais ils conservent également la magnéto, si universellement employée pour l'allumage du moteur. Nous allons passer en revue ces différents systèmes.

L'électricité fit, pour la première fois, son apparition sur les voitures automobiles quand il s'agit de remplacer les brûleurs à tubes de platine. Accumulateurs, bobines et trembleurs furent employés pour l'allumage des moteurs ; appareillage compliqué, délicat, facilement déréglable, qui céda bientôt la place à la magnéto à basse tension, produisant l'étincelle de rupture à l'aide du dispositif à levier coudé appelé tampon d'allumage. Cette magnéto disparut elle-même devant la magnéto à haute tension, qui utilise la bougie et est uniquement employée aujourd'hui dans tous les pays.

L'industrie électrique, nous sommes obligés, quoiqu'il nous en coûte, de le reconnaître encore une fois, était devenue un véritable monopole allemand. Il fallut donc, au moment où la guerre fut déclarée, construire pour ainsi dire de toutes pièces le matériel qui, brusquement, nous faisait défaut.

Aussi, les maisons chargées par le ministère de la Guerre de ces fabrications, ne se sont-elles pas attardées à faire des études d'appareils nouveaux, mais se sont bornées à fabriquer en grandes séries des appareils établis d'après les mêmes principes que ceux qui étaient employés déjà auparavant.

On peut donc dire que, pendant les premières années de la guerre, l'allumage n'a fait, au point de vue théorique, aucun progrès appréciable en France, mais l'on peut déjà se féliciter de ce que des milliers de magnétos aient pu être livrées chaque mois avec une perfection qui atteint celle de la fabrication allemande : le résultat est d'autant plus remarquable que l'organisation d'usines nouvelles très importantes a dû se faire dans des conditions pénibles, par des



VUE D'UN DÉMARREUR ÉLECTRIQUE, TYPE GRADA, DÉMONTÉ EN TROIS PARTIES

En haut, à droite: la boîte dans laquelle se trouvent enfermés l'induit et le commutateur; à gauche: le carter qui se fixe à la boîte et dans lequel se logent l'arbre de l'induit et le pignon « Bendix »; au-dessous : ces différents organes mis à nu.

moyens réduits ; elles arrivent, cependant, aujourd'hui, à égaler celles que les Allemands avaient créées pendant de longues années, en temps de paix, avec des ressources considérables et l'appui du gouvernement.

Afin de marquer la différence entre les appareils construits jusqu'ici et ceux que l'on pourra être appelé à faire dans l'avenir, rappelons simplement, et sans entrer dans plus de détails, que les magnétos actuelles de voitures automobiles se caractérisent par les définitions élémentaires suivantes :

1° L'inducteur est constitué par des aimants permanents en acier, c'est-à-dire que ces inducteurs sont de même puissance à la mise en marche et au ralenti qu'en pleine marche et également aux grandes vitesses ;

2° L'induit constitue en même temps le transformateur, c'est-à-dire qu'il est constitué à la fois par le primaire et le secondaire montés sur un noyau de fer doux, la rupture du primaire étant provoquée par un rupteur commandé mécaniquement et monté généralement sur cette armature elle-même. Le condensateur, qui est en dérivation sur les deux points de rupture, fait également partie de cette armature, de telle sorte que l'ensemble électrique, induit-transformateur, forme un bloc unique sans aucune connexion extérieure, sans contact frotteur ou mobile.

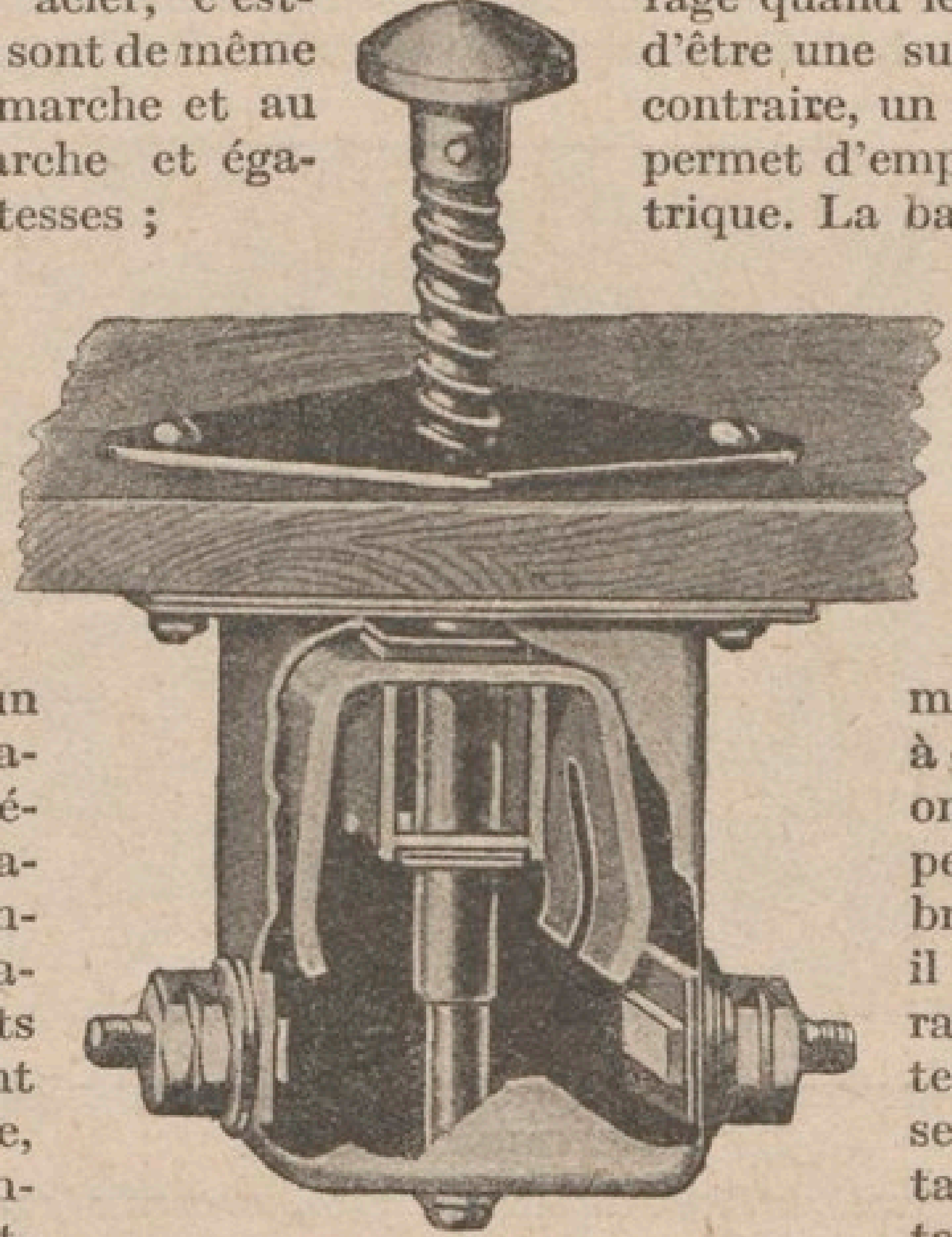
3° Le distributeur, comportant un nombre de plots variable suivant le nombre de cylindres qui composent le moteur, est monté lui-même sur la magnéto qui, en un seul organe, assure ainsi tout l'allumage.

Ces quelques données suffisent amplement à définir la magnéto à haute tension.

Cette courte digression, qui sort un peu du cadre que nous nous sommes tracé, était nécessaire pour montrer que nous possédons désormais, en France, des ateliers capables de combattre victorieusement la concurrence étrangère et de se tenir à la hauteur de tous les progrès réalisés ou bien réalisables.

Le moteur étant donc équipé électriquement, on songea à s'éclairer sur la route et à remplacer l'acétylène par l'ampoule électrique. A cet effet, une batterie d'accumulateurs, suffisante pour alimenter lampes et phares divers pendant un nombre d'heures convenable, fut installée sur les voitures. Mais il fallait, et il faut trop fréquemment encore, donner cette batterie d'accumulateurs à recharger. Pourquoi ne demanderait-on pas au moteur de se charger de ce soin? On lui fit donc actionner une dynamo génératrice qui maintient automatiquement en pleine charge la batterie.

L'obligation d'avoir sur la voiture une batterie d'accumulateurs pour assurer l'éclairage quand le moteur est arrêté, loin d'être une suggestion pénible, est, au contraire, un avantage précieux, car il permet d'employer le démarrage électrique. La batterie alimente alors un moteur qui lance immédiatement le moteur à pétrole. Mais, pour l'éclairage électrique, il est impossible d'employer une dynamo ordinaire, car le voltage dépendant de la vitesse et le moteur à pétrole tournant à des allures très variables, on rougirait à peine les lampes au ralenti et on les brûlerait à grande vitesse; il faut donc rendre le courant indépendant de la vitesse, et comme le courant se définit par deux constantes, l'intensité et le voltage, nous aurons deux classes différentes : les dynamos à intensité constante et les dynamos à voltage constant. Voyons rapidement les propriétés de la première catégorie.



INTERRUPTEUR AU PIED

Pour mettre en marche, on appuie sur le bouton et l'on met ainsi les deux lamelles métalliques inférieures en contact avec les bornes. Le courant est dès lors établi entre les accumulateurs et le démarreur.

Ces machines, grâce à l'emploi d'enroulements anti-compound et à l'usage d'un troisième balai décalé pour assurer l'excitation, peuvent débiter un courant dont l'intensité, sans être rigoureusement constante, n'atteint pas, à la plus grande vitesse du moteur, une valeur dangereuse, — et cela est surtout appréciable.

Mais nous pouvons remarquer qu'il est indispensable d'avoir une batterie d'accumulateurs qui servira, en quelque sorte, de réservoir pour absorber l'excès de courant que les lampes ne prendront pas. Sans éclairage, la batterie doit absorber tout le courant de la dynamo, et, au fur et à mesure que les lampes s'allument, le courant de charge

diminue. Si donc, en cours de marche, la connexion de la batterie à la dynamo vient à se rompre, les lampes, traversées par un courant trop fort, vont brûler et au brillant éclairage succédera immédiatement une profonde obscurité. Cela n'est pas sans présenter un grave danger. De plus, la batterie est soumise à un régime de surcharge néfaste pour son existence. Elle doit, en effet, absorber, quelle que soit sa charge, le courant débité par la dynamo, moins le courant des lampes. Si l'on marche constamment avec un éclairage intensif, la batterie ne sera pas assez chargée ; si, au contraire, on marche souvent sans éclairage, la batterie sera surchargée. Les deux éventualités sont également nuisibles à la bonne conservation des accumulateurs.

Le système à voltage constant évite tous ces graves inconvénients. L'intensité du courant dépend en effet du nombre de lampes allumées et de l'état de charge de la batterie. S'il y a peu de lampes et une batterie chargée, la dynamo débitera peu. Si, au contraire, toutes les lampes sont allumées et la batterie déchargée, le courant sera plus intense. On peut donc assurer l'éclairage sans batterie, car le voltage ne dépassera jamais la valeur qui lui a été assignée et la batterie ne court aucun risque de surcharge. A fin de charge, son voltage étant égal à celui de la dynamo, elle ne reçoit plus de courant. En faisant varier ce courant, on fera varier le voltage. Un moyen extrêmement simple de réaliser cette variation est d'introduire une résistance dans le circuit inducteur. La vitesse augmente le voltage, donc, à grande allure, on mettra une grande résistance en circuit et, au ralenti, une petite.

La Société pour l'équipement électrique des véhicules, communément désignée par les initiales S. E. V., a imaginé à cette intention un régulateur spécial. Une grande résistance, capable de ramener à zéro le voltage de la machine, est mise dans le circuit des inducteurs ; les deux extrémités sont connectées à deux contacts. Les contacts ouverts, la résistance est mise en circuit ; les contacts fermés, elle est, au contraire, enlevée au circuit. L'un de ces contacts est fixe, l'autre est supporté par une palette soumise à l'attraction d'un électro. Le bobinage produisant l'attraction est alimenté par le voltage de la machine (Figure à la page 250).

Supposons la dynamo mise en marche : au début, les deux contacts sont fermés ; le courant va passer facilement dans les inducteurs et le voltage va s'élever. Le bobinage du régulateur va donc être parcouru par un courant et va attirer la palette. Pour un voltage bien défini, l'attraction de la palette l'emporte sur la tension du ressort antagoniste et les contacts s'ouvrent, mettant ainsi la résistance en circuit. Le voltage alors tend à baisser, l'attraction magnétique diminuant, la palette, sous l'action du ressort antagoniste, vient appuyer les deux contacts et la résistance est court-circuitée. Alors, de nouveau, le voltage tendra à monter, les contacts s'ouvriront ; inversement, le voltage baissera et les contacts se fermeront. Ainsi le voltage va osciller entre deux valeurs différentes de 1 à 2 % de sa valeur moyenne et cela avec une fréquence très rapide, car le régulateur a été étudié afin de pouvoir vibrer rapidement. De plus, l'inertie électrique s'oppose à une variation brusque de voltage et, dans ces conditions, il est impossible de voir la moindre variation de lumière. L'éclairage est aussi stable avec la dynamo tournant à une vitesse variable

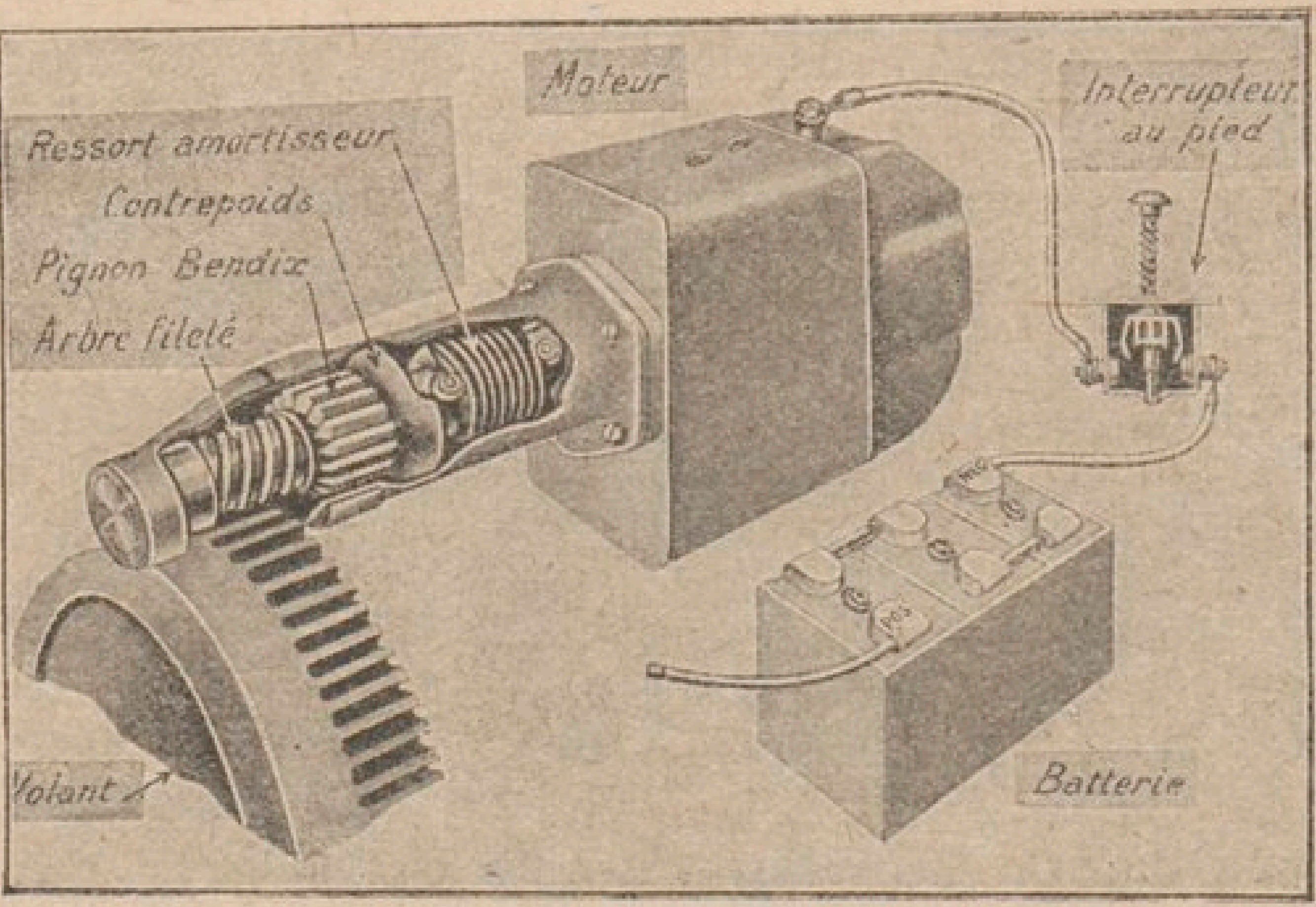


FIGURE MONTRANT LE FONCTIONNEMENT DU DÉMARREUR ÉLECTRIQUE GRADA

En appuyant sur l'interrupteur au pied, on envoie le courant de la batterie dans le démarreur, qui se met aussitôt en action. Son mouvement de rotation fait avancer le pignon « Bendix » sur l'arbre fileté et l'engrène avec la couronne dentée du volant. Celui-ci, entraîné, met le moteur en route. En relevant l'interrupteur, on coupe le courant, le démarreur s'arrête et le pignon « Bendix » se trouve ramené sur l'arbre fileté et séparé du volant.

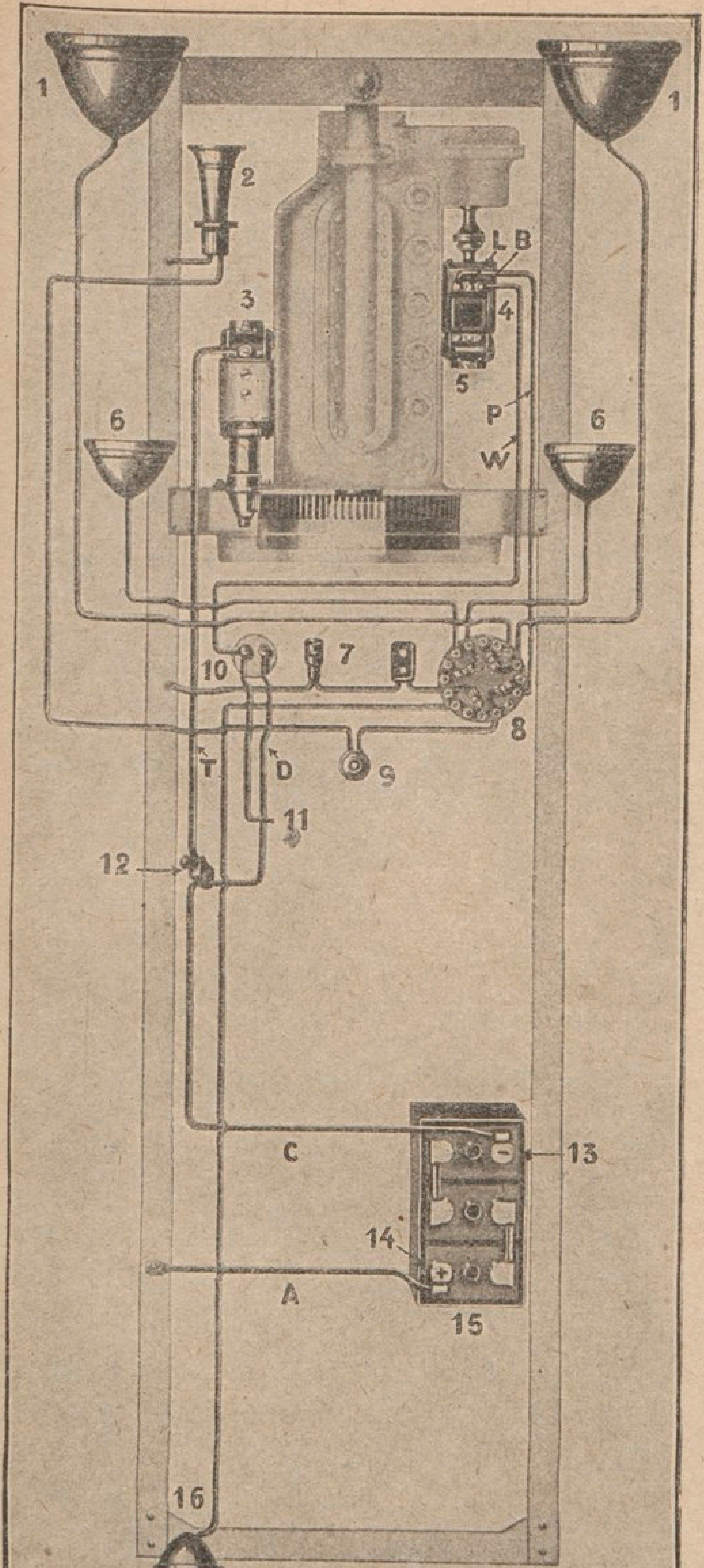


SCHÉMA MONTRANT LE DISPOSITIF D'UN APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE SUR UNE VOITURE AUTOMOBILE

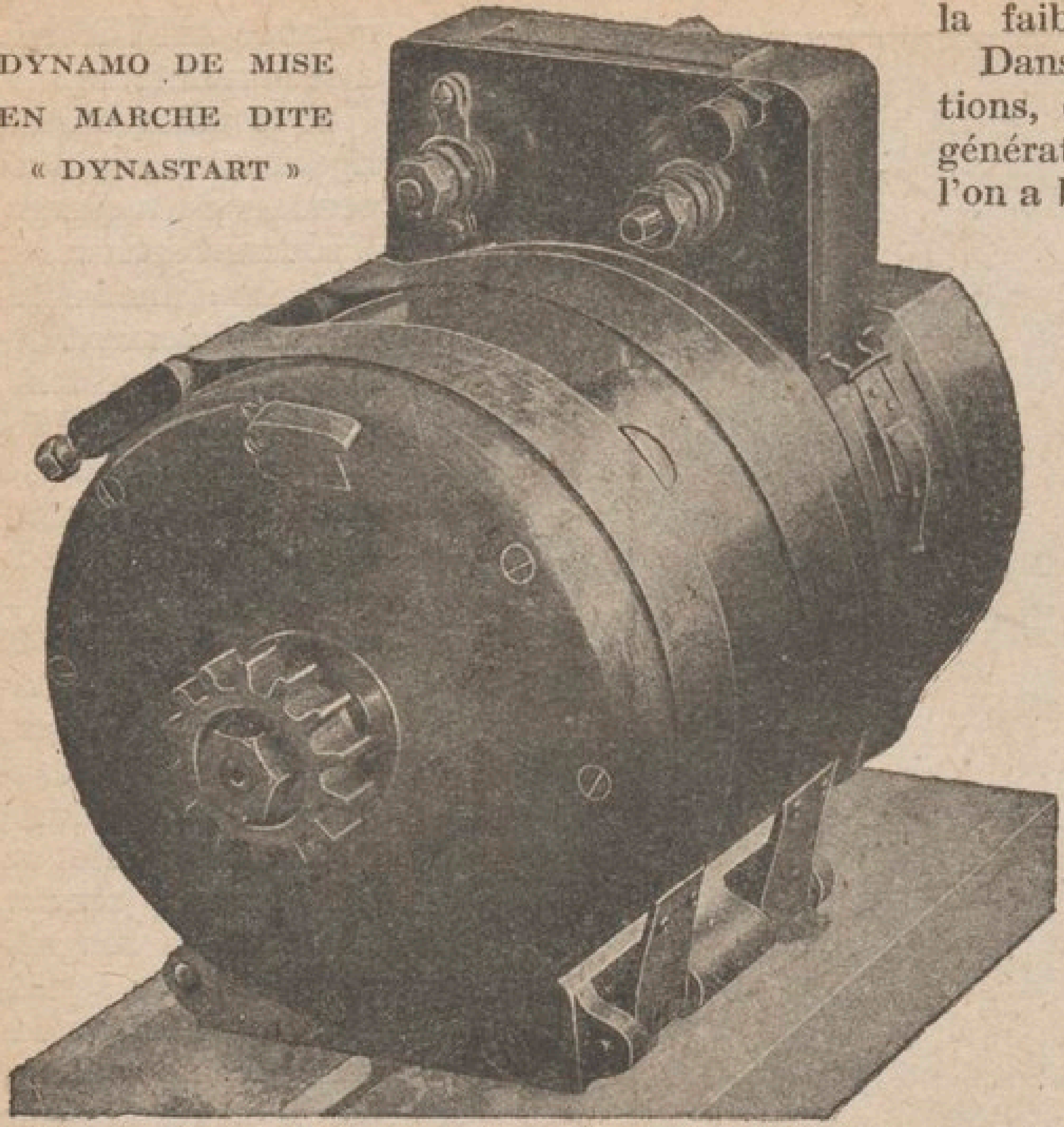
1, *phares* ; 2, *trompe* ; 3, *moteur électrique de démarrage* ; 4, *régulateur de la dynamo* ; 5, *dynamo* ; 6, *lanternes* ; 7, *douille pour lampe de service* ; 8, *distributeur de courant* ; 9, *bouton de la trompe*; 10, *ampèremètre*; 11, *fil de l'allumage du moteur*; 12, *interrupteur au pied pour la mise en marche*; 15, *batterie d'accumulateurs*; 13 *et* 14, *pôles négatif et positif* ; 16, *lanterne arrière* ; — A, C, D, T, P, L, B, W, *fils électriques*.

qu'avec une batterie d'accumulateurs.

Si le voltage était rigoureusement indépendant de la charge, il pourrait arriver, en supposant une batterie complètement déchargée par accident, que le courant débité fût trop fort, ce qui abîmerait les plaques. Pour éviter cela, on dispose, à côté du bobinage fil fin, un autre bobinage à gros fil qui est traversé par le courant de la dynamo; il ajoute son effet au premier et, comme l'attraction magnétique devant équilibrer un ressort invariable ne change pas, il en résulte que la présence du courant dans le gros fil diminuera celui du fil fin et, par conséquent, le voltage de la machine qui lui est proportionnel. Donc, si la batterie laissait passer un courant trop fort, le voltage diminuerait afin de réduire le courant à une valeur strictement convenable.

Il nous reste maintenant à voir le rôle du conjoncteur-disjoncteur. En cas d'arrêt du moteur, la dynamo ne doit pas être dans le circuit de la batterie, car celle-ci débiterait alors un courant intense ; il faut qu'elle soit couplée dès que sa tension lui permet d'équilibrer la batterie et l'enlever quand la batterie tend à débiter dans la dynamo au lieu d'en recevoir du courant.

DYNAMO DE MISE EN MARCHE DITE « DYNASTART »



Cette dynamo est fixée rapidement au châssis par des sangles métalliques. La commande du vilebrequin se fait par chaîne qui engrène sur le pignon extérieur.

la faible durée de fonctionnement.

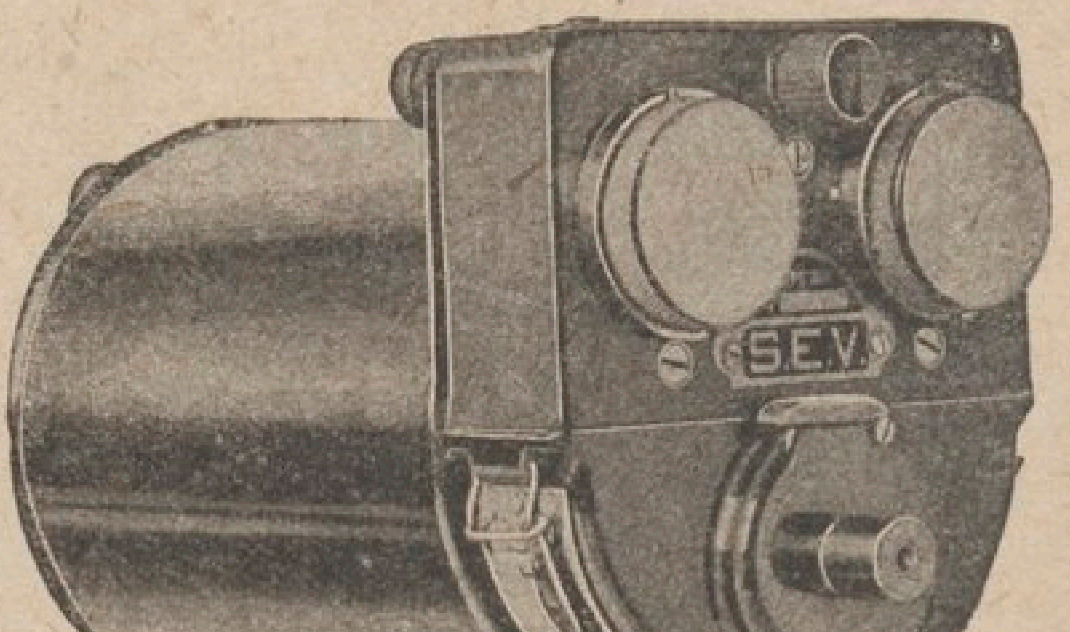
Dans le but de simplifier les installations, on a groupé les deux appareils, générateur et moteur, en un seul, que l'on a baptisé du nom de « Dynastart », qui résume l'ensemble de ses fonctions (Figure ci-contre).

Plus nombreuses qu'en France sont les maisons américaines qui fabriquent des appareils de mise en marche et d'éclairage. Parmi les plus importantes, on cite Westinghouse, Delco, Gray et Davis. Si nous prenons comme types les appareils construits par ces derniers, et que l'on désigne sous le nom de Grada, premières syllabes des deux noms, nous verrons qu'ils se répartissent en quatre groupes : la dynamo d'éclairage seule ; la dynamo d'éclairage assurant l'allumage du moteur et permettant, par conséquent, de supprimer la magnéto ; le moteur de mise en marche ; l'appareil mixte, le plus compliqué, faisant fonction à la fois de dynamo et de moteur de mise en marche.

Comme on peut le voir sur le schéma, page 247, cet appareil *D* se compose d'un électro semblable à celui du régulateur *R;* une palette est attirée quand l'attraction magnétique est suffisante, c'est-à-dire quand le voltage de la dynamo est suffisant ; elle vient alors fermer le circuit, et le courant peut passer de la dynamo à la batterie. Quand la batterie du moteur baisse au-dessous d'une certaine limite, la tension de la machine tend à se rapprocher de celle de la batterie, puis lui devient inférieure, et le courant de charge, changeant de ligne, devient un courant de décharge. A ce moment, le bobinage gros fil du conjoncteur oppose son action à celui du fil fin, l'attraction magnétique diminue et la palette s'ouvre, enlevant la dynamo du circuit. De cette façon, la batterie d'accumulateurs ne peut jamais se décharger dans la dynamo, qui est complètement enlevée du circuit quand elle devient incapable de débiter.

Le problème du démarrage est plus simple à résoudre que celui de l'éclairage ; il suffit de construire un moteur ayant un couple énergique ; il n'y a pas de réglage à prévoir, puisque l'appareil est alimenté par la batterie; l'échauffement est, de même, peu important et il n'est point à redouter, étant donné

La dynamo d'éclairage, qui est une dynamo génératrice, comme la presque totalité des appareillages électriques américains, est construite pour une tension de 6 volts. La constance du courant aux différentes vitesses de rotation de la dynamo était assurée d'abord par un régulateur à vibreur que la multiplicité des pièces qui le composaient

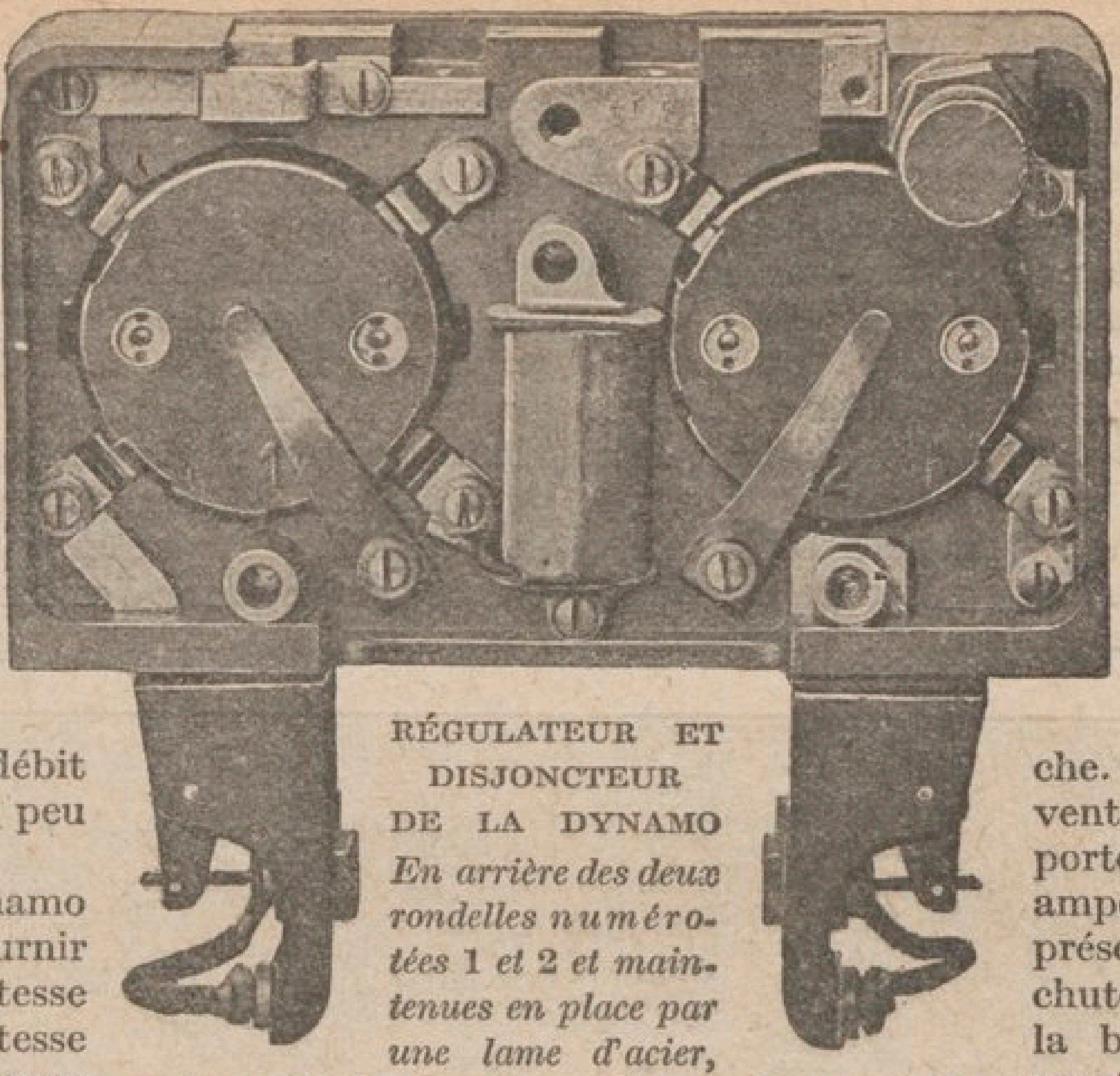


LA MÊME DYNAMO VUE DE FACE

Sur la partie saillante de l'arbre de l'induit, se fixe une tige qui permet de faire osciller cet arbre et d'obtenir soit le démarrage, soit la recharge des accumulateurs. Dans la partie supérieure, boîtes contenant le régulateur et le disjoncteur.

et en constituaient un organe très délicat, a fait abandonner. On l'a remplacé par un régulateur consistant simplement en un troisième balai frottant sur le collecteur de l'induit et qui a également pour rôle de maintenir le débit de la dynamo à peu près constant.

En fait, la dynamo commence à fournir du courant à la vitesse de 500 tours, vitesse qui correspond, avec une multiplication de 1,5, à la vitesse de 330 tours du moteur à essence. Elle atteint le régime de 12 ampères à 800 tours, soit vers 550 tours du moteur, et conserve ce débit constant jusqu'aux environs de 3.000 tours correspondant à une vitesse de 2.000 tours du moteur. Ce courant est envoyé à la batterie d'accumulateurs.



RÉGULATEUR ET DISJONCTEUR DE LA DYNAMO
En arrière des deux rondelles numérotées 1 et 2 et maintenues en place par une lame d'acier, se trouvent les trembleurs du régulateur et du disjoncteur qui, automatiquement, coupent ou rétablissent le courant.

La dynamo d'éclairage assurant l'allumage du moteur est du même type que les précédentes, mais avec adjonction d'un dispositif d'allumage à came qui produit au moment voulu des ruptures sur une dérivation de courant pris sur les accumulateurs et envoyé à un transformateur électrique à haute tension ; l'étincelle produite par ce dernier est renvoyée à un distributeur analogue à celui des magnétos qui distribue cette étincelle, au moment voulu, aux différents cylindres du moteur à essence.

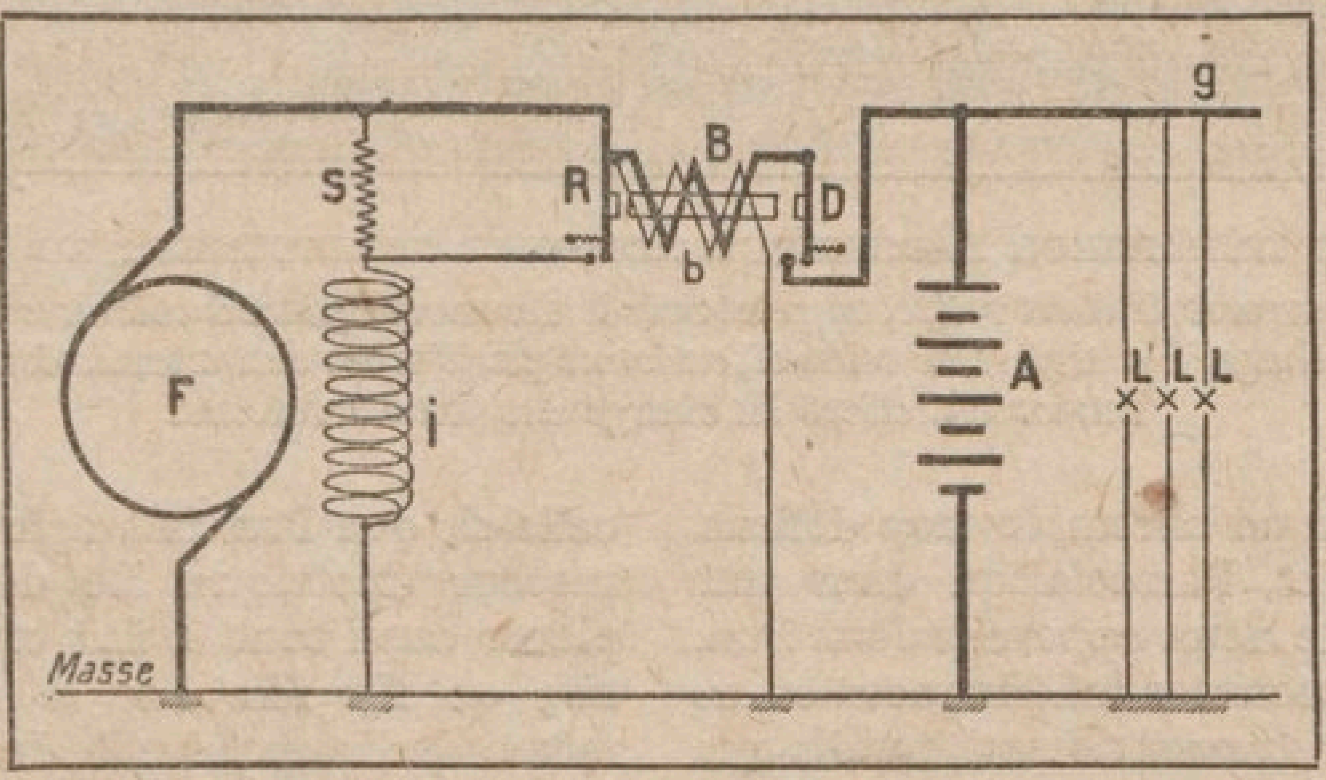


SCHÉMA DES CONNEXIONS DE LA DYNAMO S. E. V
A, *accumulateurs;* B, *bobine gros fil;* b, *bobine fil fin;* F, *dynamo;* I, *inducteur;* S, *résistance;* R, *régulateur;* D, *disjoncteur;* g, *ligne;* L, *lampes. — Ce montage est à un seul fil avec retour par la masse.*

Dans le moteur de mise en marche, du type Grada, l'enroulement des inducteurs et de l'induit est fait en câble de très grosse section qui permet le passage du courant très intense nécessaire à la mise en marche. Ces moteurs peuvent, en effet, supporter jusqu'à 300 ampères, ce qui représente, malgré la chute de voltage de la batterie au moment du démarrage, une force électrique de près d'un cheval. Ces appareils sont, en effet, des appareils à rendement exceptionnel dont la durée de fonction ne dépasse pas quelques secondes et qui sont établis spécialement pour ce travail de surcharge.

Ces moteurs sont accouplés au moteur à essence de la voiture au moyen d'un dispositif « Bendix ». Ce dispositif est constitué par un arbre fileté prolongeant l'arbre du moteur et sur lequel est vissé un pignon qui vient engrener sur des dents taillées au pourtour du volant lorsque l'on met le moteur en marche. Une fois la mise en marche obtenue et dès que l'on cesse d'envoyer du courant au moteur électrique de mise en marche, la rotation du moteur à essence renvoie sur l'arbre du moteur le pignon « Bendix » à sa place primitive.

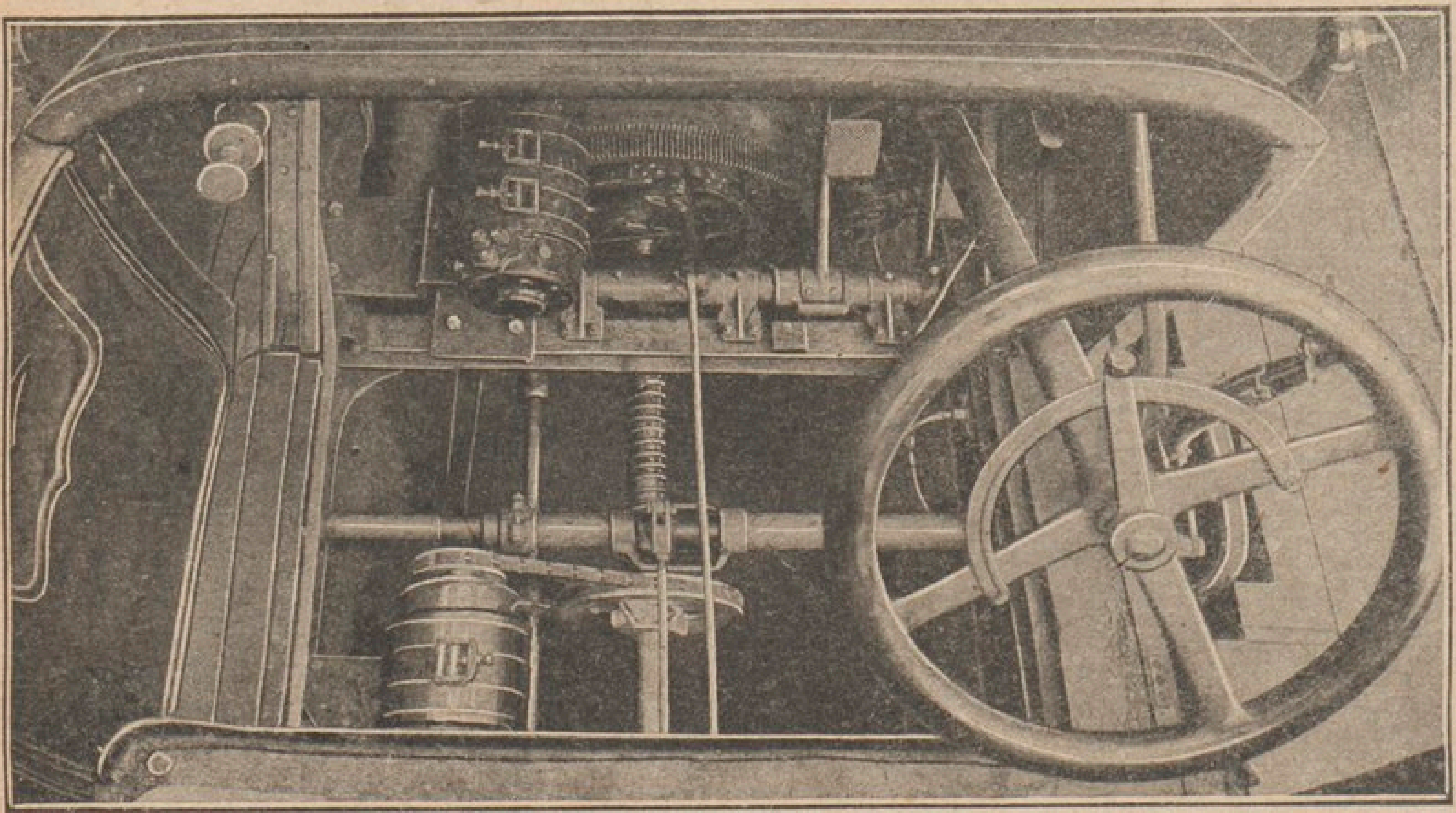
Reste enfin l'appareil dynamo-moteur.

Nous avons dit plus haut, en parlant des moteurs de mise en marche, que le moteur de mise en marche était un appareil travaillant en surcharge ; on fait, en effet, rendre à un moteur qui pèse une douzaine de kilos la même force que rendrait un moteur industriel à travail pesant huit ou neuf fois plus ; mais, d'autre part, nous avons indiqué que la construction même du moteur de mise en marche était faite avec des câbles qui permettent ce travail anormal pendant quelques secondes. C'est pour cette raison que les appareils qui sont en même temps dynamo et mise en marche sembleraient devoir constituer un ensemble trop délicat. Ils sont, en effet, l'association dans une même carcasse de deux appareils dont l'un, la dynamo, peut tourner indéfiniment en ne fournissant qu'un travail normal, tandis que l'autre ne tourne que par instants en fournissant un travail surchargé. La pratique a, toutefois, démontré que cette solution du problème pouvait être heureusement réalisée à l'aide de combinaisons simples.

Pour la mise en marche de ces appareillages électriques, les châssis des véhicules que l'on construit actuellement sont étudiés en conséquence. Les supports de la dynamo génératrice sont venus de fonte avec le carter du moteur, de même que le dispositif de commande est accouplé aux pignons de distribution. Sur le volant, d'autre part, sont taillées ou également venues de fonte, les dents qui engrèneront avec le pignon « Bendix » monté à pas de vis sur l'arbre du moteur électrique pour la mise en marche.

Toutefois, sur les modèles moins récents, l'appareillage électrique peut s'appliquer aisément à l'aide de quelques dispositifs spéciaux. Dans la plupart des cas, comme l'attaque directe du volant est rendue difficile du fait de l'encombrement du châssis en cet endroit, c'est en un point de l'arbre de transmission, entre l'embrayage et la sortie de la boîte des vitesses, le plus souvent dans celle-ci, que l'on fait agir la commande du moteur électrique. Le démarreur peut se placer aussi tout à fait en avant du châssis; on l'y fixe sur le longeron à côté même de la manivelle de mise en marche qu'il a pour mission de remplacer

Pour faciliter encore la mise en place de ces appareils supplémentaires sur des véhicules déjà existants, la compagnie Westinghouse a imaginé une dynamo mixte, génératrice et motrice, qui peut s'adapter, à l'aide de quelques boulons et de quelques raccords, au moteur même de la voiture et qui commande par l'intermédiaire d'une chaîne l'extrémité du vilebrequin à l'endroit où vient s'engrener la manivelle de mise en marche. Sur cette extrémité du vilebrequin,



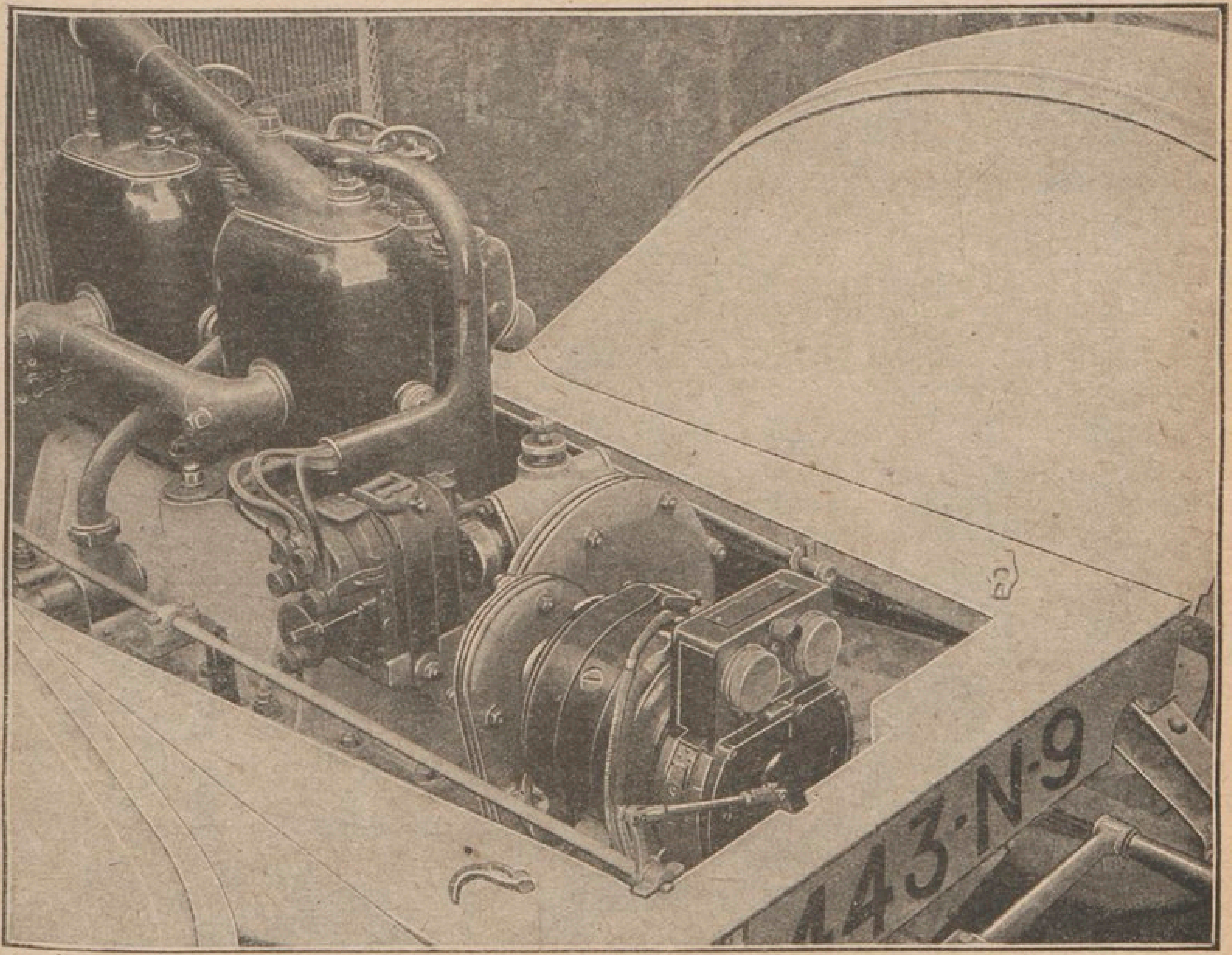
LE DÉMARREUR ÉLECTRIQUE ACTIONNE DIRECTEMENT LE VOLANT

Le plancher de la carrosserie étant retiré, on peut voir le démarreur placé à côté du volant du moteur dont on distingue l'engrenage. En arrière de celui-ci, actionné par l'arbre de transmission, une dynamo génératrice entretient la charge des accumulateurs.

on a claveté une roue dentée, convenablement multipliée, qui est entraînée par la chaîne du moteur électrique. En appuyant sur un commutateur, on envoie dans cette dynamo, motrice à ce moment, le courant de la batterie d'accumulateurs et le moteur à essence est lancé. C'est ce moteur qui, à partir de ce moment, entraîne la dynamo, et celle-ci, à son tour, devenant génératrice, recharge aussitôt les accumulateurs et fournit le courant à l'éclairage des phares.

Certain constructeur français étudie une dynamo mixte, également, qui serait placée directement dans le volant même du moteur. Grâce à cette ingénieuse combinaison, tout encombrement, de même que tout engrenage de commande, forcément susceptible d'usure, sont évités sur le châssis. Nous verrons cette nouveauté sur les premières voitures qui seront construites après la guerre.

En résumé, la présence, sur les voitures, d'équipements électriques plus complets, pour l'éclairage et le démarrage, met à la disposition du fabricant une source de courant électrique qu'il n'avait pas autrefois. Le fait que l'on a désormais une batterie d'accumulateurs, qui se recharge automatiquement par la dynamo d'éclairage, amène à penser que l'on peut se passer de la génératrice indépendante que constitue la magnéto complète, et, en effet, il suffit de transformer en courant secondaire le courant primaire disponible aux bornes de la batterie pour qu'un distributeur approprié donne l'allumage. Dans ces conditions, l'appareil d'allumage qui s'adjoindra aux appareils d'éclairage et de démarrage devra comprendre : 1° un rupteur de primaire, avec régulateur, et aussi avec distributeur à haute tension, cet ensemble devant être entraîné par le moteur exactement comme une magnéto ; 2° un transformateur (primaire, secondaire et condensateur) qui peut être monté tout à fait indépendamment du rupteur, par exemple sur le tablier de la voiture ou en tout autre endroit approprié.



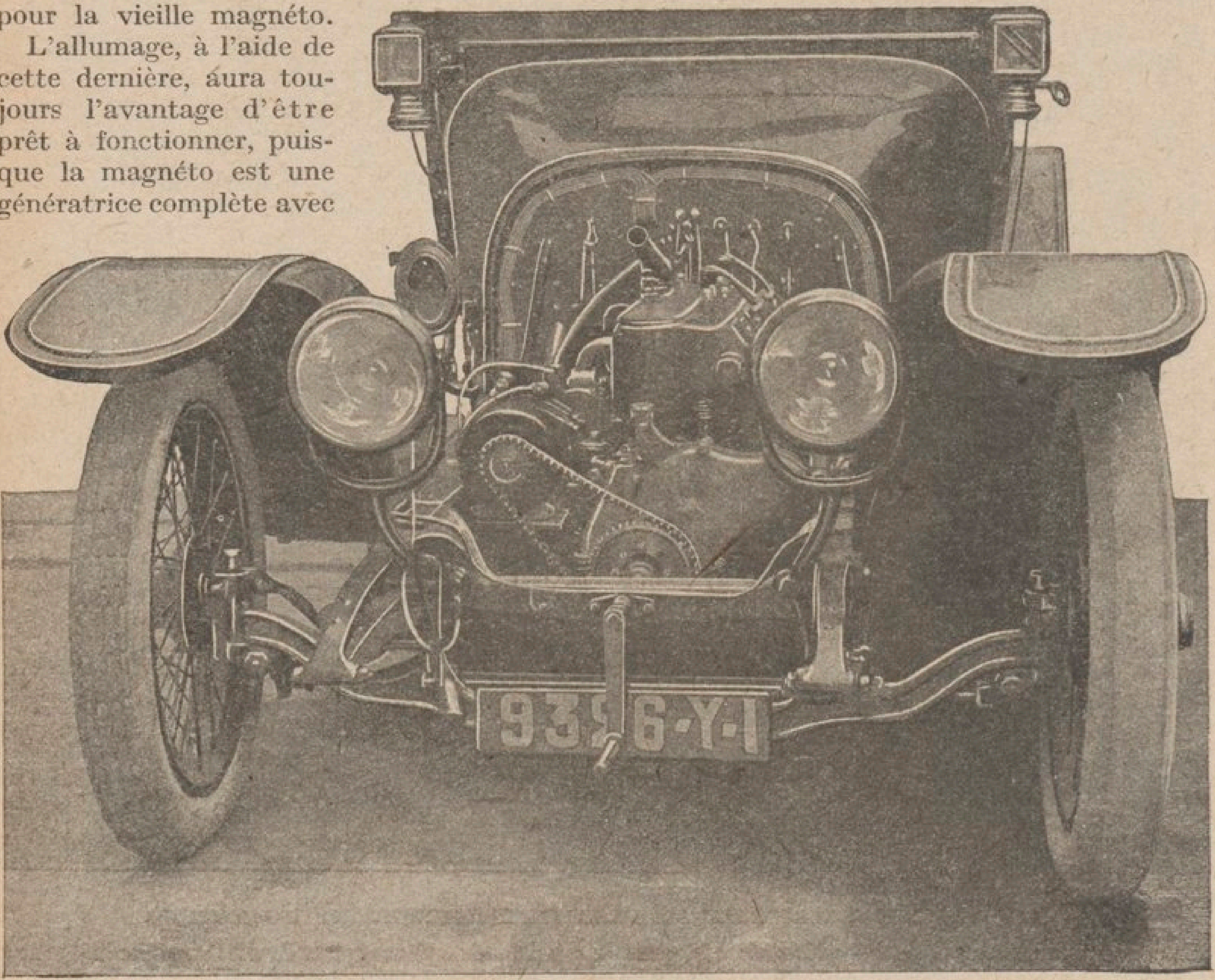
DYNAMO GÉNÉRATRICE ET MOTRICE PLACÉE EN AVANT DU MOTEUR

Sur certaines voitures de construction récente, une place a été ménagée en avant du moteur pour la dynamo, qui attaque directement le vilebrequin du moteur

Il y a lieu d'ajouter que les connexions seront, cette fois, plus importantes que dans le cas d'une magnéto, car, en dehors des fils de bougies et du fil d'interrupteur, indispensables comme auparavant, il faut réaliser des connexions primaires entre la batterie d'accus, le rupteur et le transformateur.

Ces différents dispositifs peuvent être appliqués indistinctement selon le goût du client qui, jusqu'à nouvel ordre, semble avoir conservé un faible pour la vieille magnéto.

L'allumage, à l'aide de cette dernière, aura toujours l'avantage d'être prêt à fonctionner, puisque la magnéto est une génératrice complète avec un inducteur permanent ; par contre, la batterie d'accumulateurs peut se trouver plus ou moins bien chargée, et en particulier on peut avoir quelques difficultés relativement gênantes si la voiture est restée abandonnée à elle-même pendant un certain temps sans que la batterie soit entretenue.



DÉMARREUR INSTALLÉ SUR UNE VOITURE D'UN ANCIEN MODÈLE

Le radiateur a été enlevé pour permettre de voir le dispositif adopté: le moteur démarreur est relié par une chaîne au vilebrequin et remplace la manivelle de mise en marche.

On peut éprouver ces mêmes difficultés si la recharge s'effectue mal par suite d'un fonctionnement insuffisant de la dynamo, d'un mauvais état des câbles donnant lieu à des déperditions. Il peut arriver aussi que la batterie soit déchargée si l'on a fait un usage abusif du démarreur qui consomme beaucoup, si l'on a employé trop longtemps les lanternes et les phares à l'arrêt.

Une dynamo peut, lorsque le moteur est lancé, alimenter le transformateur, mais a l'inconvénient de ne pas assurer le départ si la batterie est vide. Cette infériorité est évidemment très grande. Est-elle compensée par les avantages qui résultent de la simple suppression des aimants d'une magnéto puisque, en définitive, tous les autres organes de la magnéto continuent à être utilisés sous des formes nouvelles? Il y a là une question d'appréciation qui oblige le constructeur à prévoir l'utilisation, ou de la magnéto ou de l'allumeur à l'aide d'une batterie d'accumulateurs, et à étudier ses appareils pour qu'ils soient interchangeables, de façon à laisser au propriétaire de la voiture une plus grande facilité de choix entre les deux dispositifs.

PIERRE MEILLERAIE.

UN NOUVEAU MOYEN POUR COMBATTRE LA TORPILLE

Par William CHRISTY

On compare volontiers la guerre au jeu d'echecs. Il y a partie nulle quand les adversaires sont d'égale force. Souvent cet état de choses tourne à une victoire négative et parfois même à une défaite.

C'est ce qui a eu lieu en ce qui concerne la guerre sous-marine, car, au début, il n'existait contre les pirates allemands que des moyens de défense tout à fait rudimentaires.

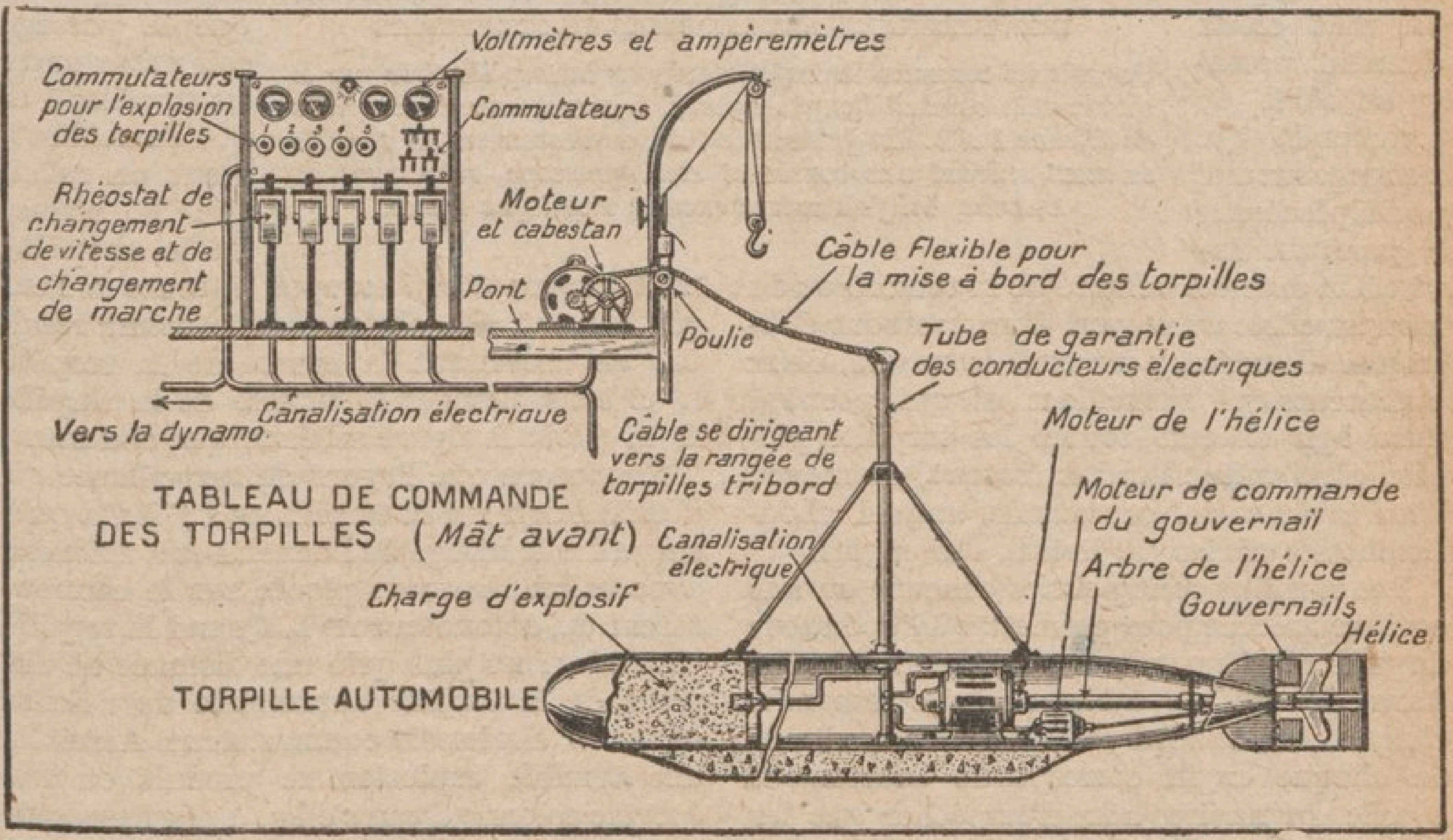
Depuis, la science a fait des progrès. On a reconnu d'ailleurs que le sous-marin meurtrier n'est pas si terrible que cela puisqu'il suffit de pointer sur sa coque un canon de 75 ou de faire abattre son périscope par un canot automobile de six mètres pour voir sa puissance offensive s'évanouir instantanément. La moindre menace le met en fuite.

Cependant, parmi toutes les méthodes proposées jusqu'ici pour combattre le sous-marin et sa torpille, aucune n'a été complètement efficace. Les nuages de fumée, l'armement des navires de commerce, etc., sont des moyens par trop souvent insuffisants.

Pourquoi ne pas détruire le mal par le mal, combattre la torpille par la torpille?

C'est ce qu'un inventeur américain, M. Gernsback, a pensé. Une torpille du dernier modèle Bliss-Leavitt, possède une vitesse d'environ 43 nœuds. Comme on peut la tirer dans de bonnes conditions à environ 800 mètres, il lui faut donc 35 centièmes de minute pour arriver au but, et plus d'une minute si l'on lance l'engin à 2.000 mètres.

Le tir d'une torpille est révélé par le sillage qu'elle trace sur la mer, même si elle se meut sous l'eau. Ce phénomène est dû à l'échappement de l'air comprimé qui sert à faire mouvoir l'engin et qui vient créer un bouillonnement à la surface des flots. Le timonier, juché dans la hune, voit donc le sillage de la torpille mais trop tard pour que le navire puisse l'éviter, même si on ren-



TORPILLE A PROPULSION ET A DIRECTION AUTOMOBILES SPÉCIALEMENT AMÉNAGÉE

Cette torpille, de 4 m. 50 à 6 mètres de long, se meut indépendamment du navire qu'elle protège. Un opérateur posté dans une hune fait exploser l'engin au moyen d'un contact électrique, ce qui le détruit en même temps que la torpille d'attaque lancée par le sous-marin ennemi.

verse immédiatement le sens de la marche.

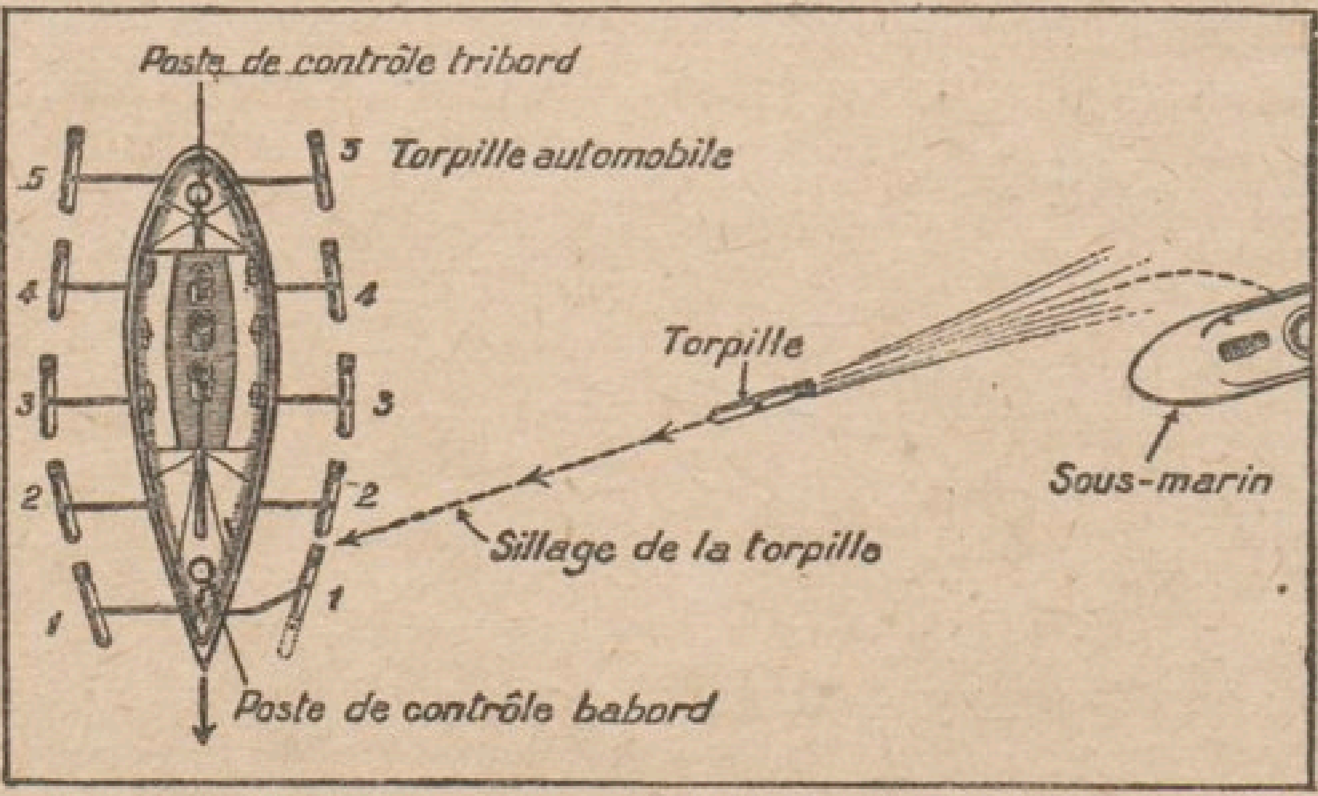
L'inventeur du nouveau système de défense considère un navire d'une longueur moyenne de 180 mètres. Sur chaque bord, il place cinq torpilles, et quelquefois plus, qui sont actionnées électriquement, d'une manière indépendante, par un opérateur spécial.

Ces torpilles ressemblent à celles qu'on emploie pour le réglage ; elles mesurent de 4 m. 50 à 6 mètres de longueur et de 75 à 125 millimètres de diamètre. Elles sont propulsées par un petit moteur électrique de douze chevaux qui actionne les hélices, tandis que le gouvernail est commandé par un moteur spécial, d'un demi-cheval. L'intervalle compris entre le détonateur, placé à l'extrémité de la torpille, et les moteurs, est occupé en entier par la charge ordinaire de coton-poudre.

Chaque torpille est lestée au moyen d'une lourde quille qui la préserve du roulis. A l'arrière est disposé un mât creux donnant passage au câble de commande qui s'engage sur une poulie placée sur le pont du navire. On donne à volonté de la tension ou du mou au câble au moyen d'un tambour électrique. Il existe, pour tout le navire, deux opérateurs qui surveillent et qui peuvent faire agir chacun toutes les torpilles placées d'un même bord du bateau, au moyen d'un tableau de commande auquel aboutissent les câbles de liaison des engins.

Les torpilles sont peintes chacune en une couleur spéciale pour permettre à l'opérateur de guider facilement leur marche individuelle. Assis devant le tableau de commande, chaque chef de bord veille à ce que la vitesse de chaque engin corresponde exactement à celle du navire, afin d'empêcher que les câbles ne s'emmêlent. A cet effet, chaque torpille porte un rhéostat au moyen duquel on règle sa vitesse. Un commutateur bi-polaire permet de faire tourner dans le sens voulu le moteur d'un demi-cheval qui actionne le gouvernail et l'on maintient les torpilles à une distance d'environ quinze mètres des flancs du navire. Enfin, on peut faire éclater chaque engin à l'aide d'un détonateur qu'on enflamme par une batterie d'accumulateurs au moyen d'un commutateur spécial placé sur le tableau de distribution.

Supposons qu'un navire ait quitté New-York avec toutes ses torpilles automobiles relevées hors de l'eau et amarrées solidement sur le pont. Au moment du danger, on immerge rapidement les torpilles et l'opérateur met en marche l'hélice de chaque engin. Ainsi, en moins de deux minutes, toutes les torpilles automobiles marchent autour du navire à une distance de quinze à vingt mètres. Dès que le surveillant de quart aperçoit le sillage d'une torpille ennemie, il évalue l'emplacement où l'engin meurtrier viendra frapper ses torpilles automobiles ou passer entre elles. Supposons que le passage soit prévu entre les torpilles 1 et 2. Immédiatement, on ralentira la vitesse de la torpille nº 1, de manière à couper la route à l'engin ennemi. On obtiendrait le même résultat en accélérant la course de la torpille nº 2 sans changer la vitesse de la torpille nº 1. (Voir la figure schématique ci-dessus.)



NAVIRE DE 180 MÈTRES DE LONGUEUR ENTOURÉ DE DIX TORPILLES AUTOMOBILES PROTECTRICES

On voit ici comment le trajet suivi par la torpille tirée par le sous-marin conduit l'engin ennemi à passer entre les torpilles de défense 1 et 2. En quittant le tube de lancement, la torpille se meut suivant une courbe et son gyroscope, redressant sa marche, lui fait suivre ensuite une ligne droite.

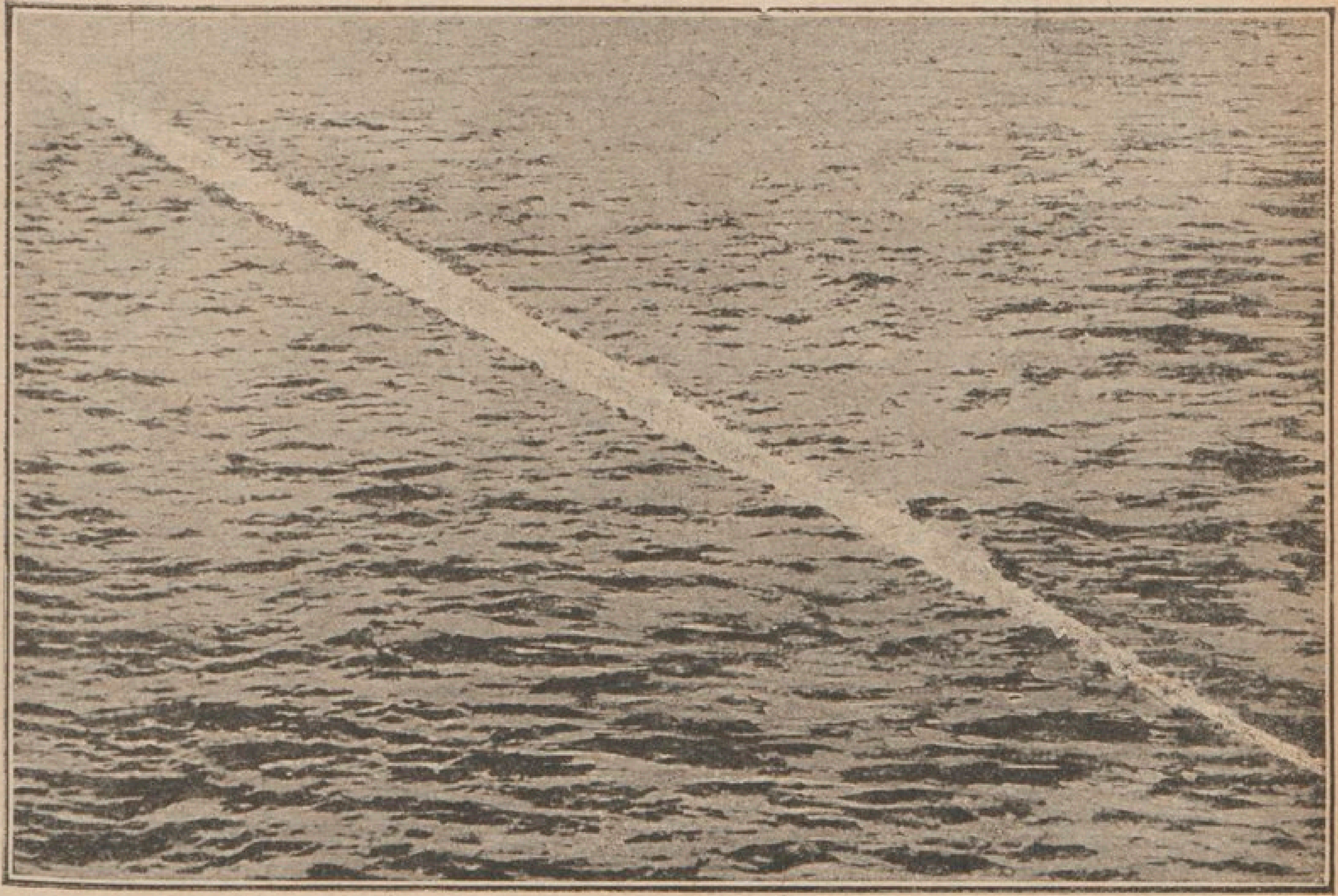
Supposons que l'agent de surveillance ait décidé d'agir sur la torpille nº 1 ; il n'a qu'à surveiller le sillage de l'ennemi et à attendre avec calme, la main placée sur le commutateur du détonateur nº 1. Quand la torpille ennemie n'est plus qu'à une distance de dix pieds de la torpille automobile de défense nº 1, on abaisse le commutateur. Aussitôt, une terrible explosion se produit et une énorme colonne d'eau s'élève à plusieurs centaines de mètres. La torpille automobile nº 1 a été détruite en même temps que celle de l'adversaire, et le navire est en sûreté pour quelque temps. Immédiatement, l'équipage met à l'eau une nouvelle torpille automobile

qui prend la place de l'engin de protection détruit et qui est également reliée au tableau de commande électrique dont nous avons parlé, avant même d'avoir touché l'eau.

Il existe de nombreuses positions pour l'explosion des engins de défense, et bien qu'en général il suffise d'une seule torpille pour détruire celle de l'ennemi, la figure de la page 252 montre en pointillé comment deux torpilles automobiles peuvent être amenées l'une près de l'autre pour intercepter celle

La vitesse du bâtiment ne sera pas réduite du fait de l'emploi des torpilles de défense, puisque la puissance de 100 à 150 chevaux qu'elles absorbent, ne représente qu'une infime fraction de la force motrice de 20.000 à 30.000 chevaux exigée normalement pour la propulsion d'un navire de 180 mètres.

D'ailleurs le dispositif de défense ne fonctionnera pas pendant le trajet entier. Ainsi, en cas de nuit sombre, de brouillard épais ou de gros temps, on relèvera les torpilles,



SILLAGE D'UNE TORPILLE TIRÉE PAR UN SOUS-MARIN ALLEMAND

Cette photographie a été prise en pleine mer après le lancement d'une torpille par un sous-marin immergé; l'engin poursuivait sa route à trois mètres environ de profondeur.

du pirate. Dans ce cas, on fait exploser en même temps les torpilles 1 et 2 et celle de l'ennemi a peu de chances de leur échapper.

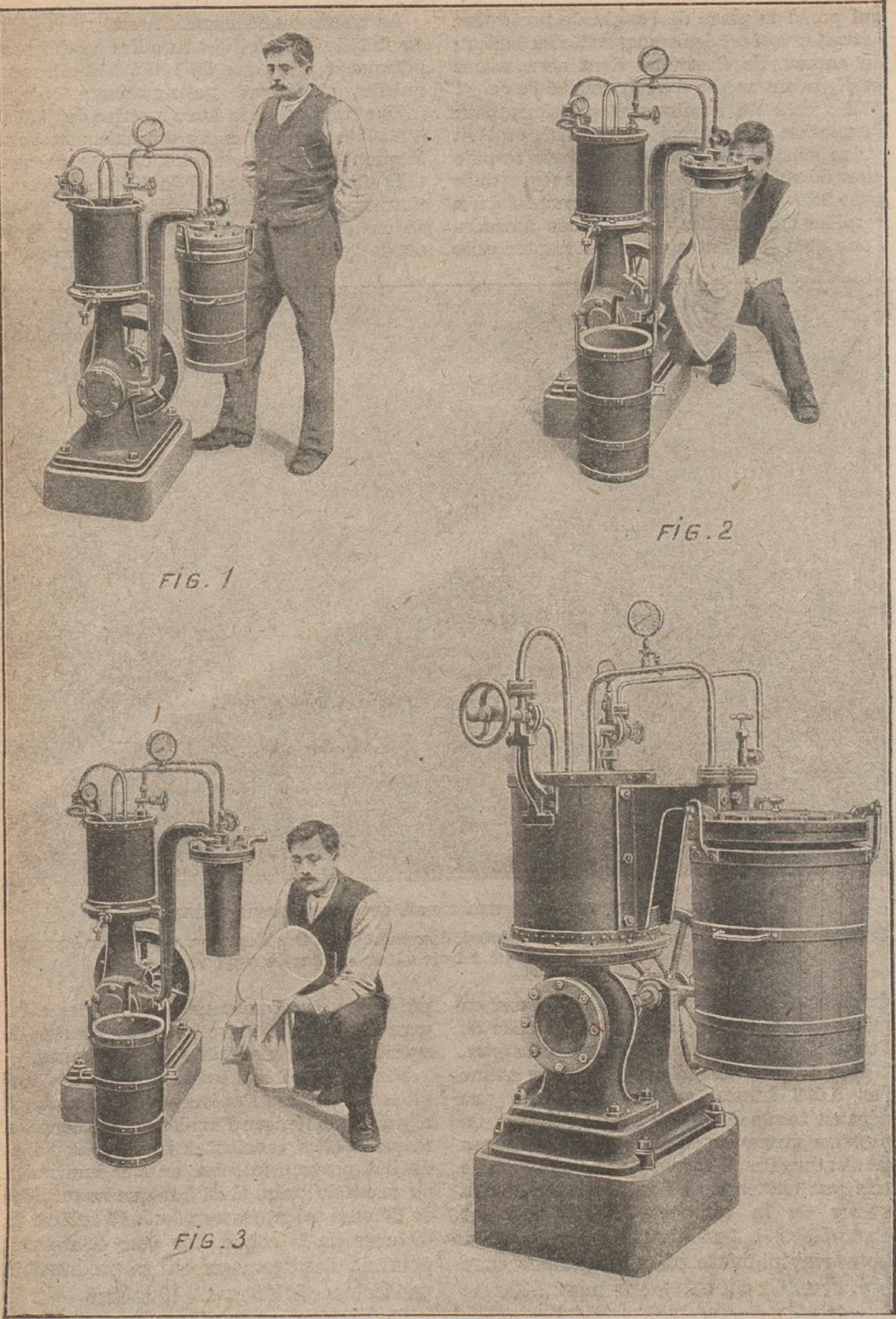
Une torpille de défense ne coûte même pas 5.000 francs, ce qui représente une dépense totale de 50.000 francs s'il s'agit de protéger un navire de 180 mètres au moyen de dix torpilles. C'est une prime d'assurance très peu onéreuse, si l'on considère que la valeur de la cargaison atteint souvent de 3 millions à 5 millions de francs et plus. Le navire lui-même coûte encore beaucoup plus cher. Or s'il est efficacement défendu, la prime d'assurance sera très faible, et on n'aura pas à payer de surprime pour l'équipage, comme c'est le cas aujourd'hui.

puisqu'un sous-marin ne pourrait pas attaquer un navire avec quelque chance de succès dans de semblables circonstances.

Etant donné que la mise à feu des torpilles de défense s'opère par l'électricité, il n'y a aucun danger d'explosion accidentelle, même si elles venaient à heurter les flancs du bâtiment au moment de leur immersion ou en cas de grain. Il est bon que les torpilles de défense soient immergées à 15 mètres de distance de la coque, car leur éclatement pourrait l'endommager s'il se produisait à une distance inférieure à 10 mètres.

Un navire armé de canons et muni de torpilles est donc parfaitement protégé.

WILLIAM CHRISTY *(Electrical Experimenter.)*

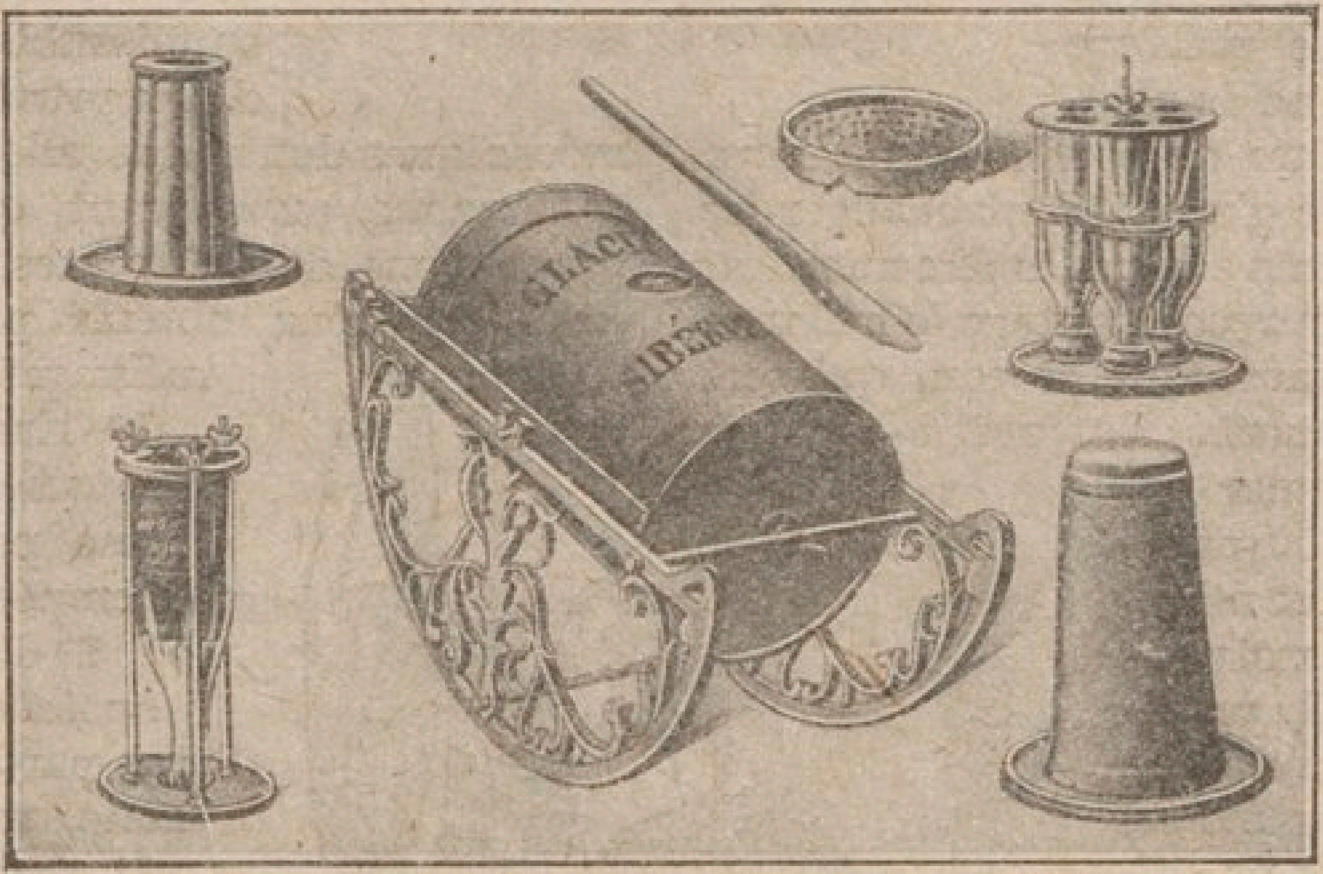


APPAREIL DOUANE A CARTOUCHE INSTANTANÉE POUR LA FABRICATION DE LA GLACE
1, *la machine en marche ;* 2 *et* 3, *avant et pendant le démoulage ;* 4, *le même appareil plus grand.*

LA PRODUCTION DU FROID ET LA FABRICATION DE LA GLACE A DOMICILE

Par Clément CASCIANI

Ce n'est pas d'hier, assurément, que la glace est employée dans le but de conserver les denrées, et aussi pour rafraîchir les boissons et confectionner les mets glacés ; nos pères, en effet, avaient les glacières où ils accumulaient la glace récoltée en hiver à la surface des rivières ou des étangs. Mais une glacière est difficile et coûteuse à établir, elle occupe beaucoup de place, elle ne conserve la glace qu'une partie de l'été; enfin, il faut que l'hiver soit assez rigoureux pour geler l'eau sur une épaisseur suffisante (la glace trop mince ne se conservant que difficilement), ce qui n'arrive pas tous les ans dans les pays à climat tempéré et rarement dans les pays méridionaux de France ou d'Europe. Cette glace, d'ailleurs, est toujours contaminée, et, par conséquent, d'un emploi peu recommandable.



GLACIÈRE DE MÉNAGE DITE « SIBÉRIENNE » A MÉLANGE RÉFRIGÉRANT, MONTÉE SUR SUPPORT A BASCULE

L'action réfrigérante s'obtient par un déplacement continuel du liquide ; l'appareil permet de frapper des bouteilles, des carafes, de glacer rapidement des crèmes, etc...

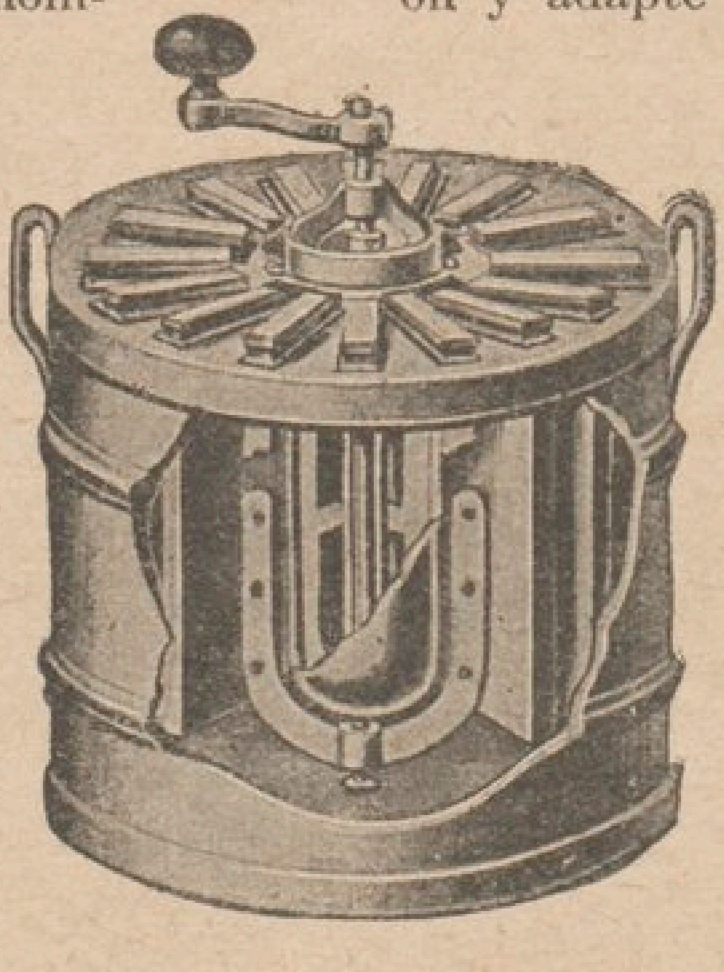
Puisque l'on ne pouvait compter sur la glace naturelle, il était indiqué que l'on chercherait à en produire artificiellement, en mettant à contribution les ressources fournies par la physique et par la chimie. On n'y a pas manqué, en effet, et, après quelques tâtonnements, on est arrivé à créer la remarquable industrie du froid et de la glace.

La première machine à air froid, due à Gorric et Newton, date de 1850 ; elle était basée sur le froid produit par l'air comprimé dans un récipient et subitement détendu. C'est Giffard qui a construit une machine de ce genre réellement pratique, dans laquelle il faisait usage simultanément d'air et d'eau.

Les procédés pour faire du froid ou de la glace sont, les uns chimiques, les autres physiques ou mécaniques. Les premiers sont les plus simples, mais ils coûtent beaucoup plus chers que les seconds, et ne s'utilisent d'ordinaire que lorsque l'on veut se procurer une petite quantité de glace ou un simple rafraîchissement, sans tenir grand compte du prix de revient. On a alors recours à des mélanges dits frigorifiques ou réfrigérants, qui agissent en vertu de la loi régissant le changement d'état des corps ; ici, le passage de l'état liquide à l'état solide est pour ainsi dire instantané.

Il existe trois types de mélanges réfrigérants : celui dans lequel il y a fusion simple d'un corps et où le refroidissement qui amène la fusion tient à ce qu'une certaine quantité de chaleur a été empruntée au mélange et transformée en travail mécanique de fusion. Dans le deuxième type, on provoque la dissolution des sels au moyen d'acides qui ne réagissent pas sur les corps ; mais, s'il se forme un peu de chaleur provoquée par l'affinité chimique, il y a un grand refroidissement dû à la liquéfaction. Dans le troi-

sième genre de mélanges réfrigérants, on obtient un effet double, en se servant de neige ou de glace pilée et d'un corps chimique. Les mélanges, qui sont de nombreuses sortes, s'emploient, soit en introduisant au milieu d'eux un vase où on a placé l'eau à congeler, soit au moyen d'appareils spéciaux qui peuvent, dans les ménages, servir à l'obtention de la glace, à la confection de sorbets, ou à refroidir ou frapper les vins, l'eau, etc. Telle est la glacière des familles, appareil essentiellement constitué par un vase d'étain assez mince, dans lequel on met la substance à congeler, et, qu'après avoir recouvert d'un couvercle, on plonge dans le mélange réfrigérant, contenu lui-même dans un autre vase à parois plus épaisses. Le mélange utilisé est celui à acide chlorhydrique et sulfate de soude ; mais, pour obtenir 2 kilos de glace, il faut changer les produits réfrigérants toutes les dix minutes ; on peut substituer avec avantage le mélange à l'azotate d'ammoniaque et eau, qui sert presque indéfiniment. La malle-glacière Toselli peut donner un bloc de glace de 500 grammes en cinq ou dix minutes. Elle est construite comme l'appareil précédent, utilise l'azotate d'ammoniaque comme sel réfrigérateur, mais en diffère en ce que, au lieu de donner un cylindre plein ou de petits prismes de glace, elle fournit, en introduisant l'eau froide dans cinq tubes de diamètres différents et de plus en plus grands, des cylindres de glace creux, qui, pouvant s'emboîter les uns dans les autres, se soudent aussitôt et forment un bloc plein. Dans la glacière Goubaud, il faut, pour obtenir 500 grammes de glace, employer 2 kg. 500 d'un mélange à parties égales d'azotate et de chlorhydrate d'ammoniaque pour 2 litres d'eau. L'appareil est constitué par un vase d'étain à parois minces, formé d'un assemblage de tubes coniques fermés par le bas et ouvrant à la partie supérieure dans un réservoir commun. Lorsqu'il est rempli d'eau, on y adapte un couvercle, lequel est surmonté d'une tige supportant une manivelle. Comme la plate-forme sur laquelle reposent les tubes est munie d'un pivot, on peut, lorsque le mélange réfrigérant entoure l'appareil, donner à celui-ci un mouvement de rotation qui facilite la congélation de l'eau intérieure.



APPAREIL A GLACE PORTATIF

Cette petite machine à azotate d'ammoniaque produit 4 kilos de glace en 20 minutes.

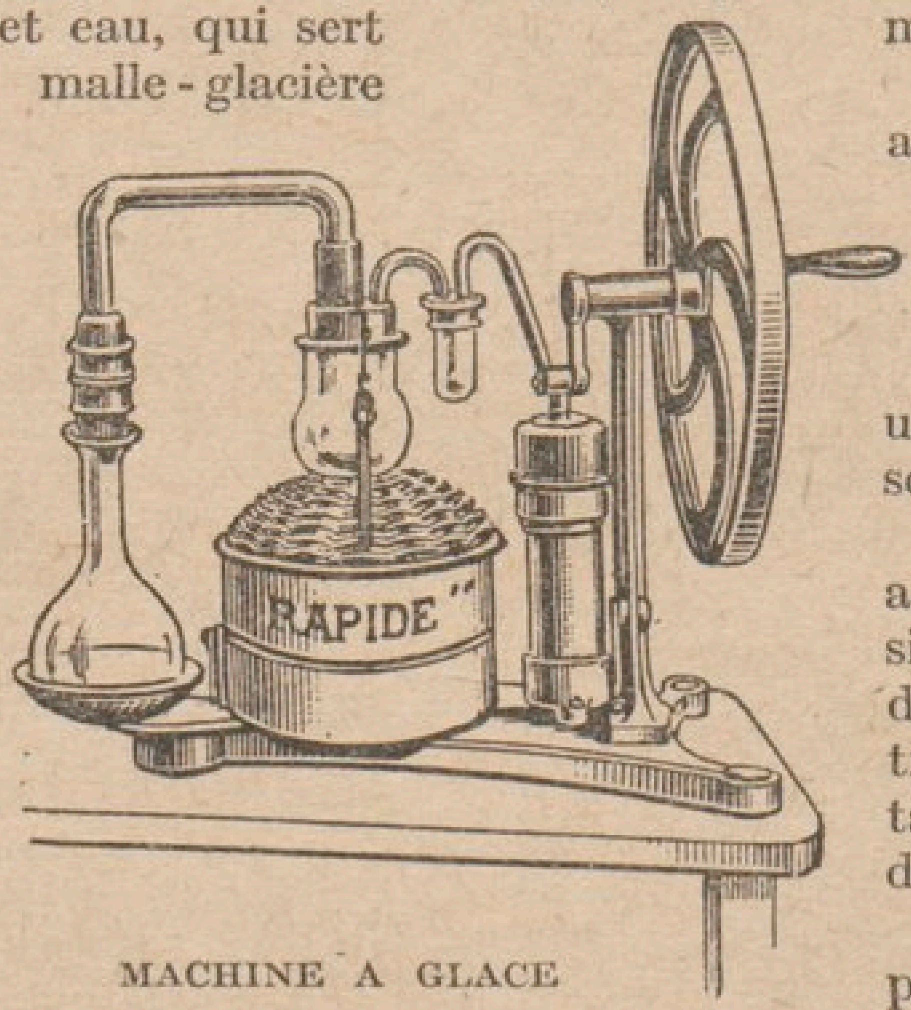
Quant aux carafes frappées, elles peuvent se faire dans les ménages, soit au moyen de mélanges réfrigérants au sein desquels on plonge le vase contenant l'eau, soit au moyen d'un appareil fondé sur un autre principe, le froid, produit par l'évaporation obtenue en faisant le vide, autrement dit les procédés physiques ou mécaniques dont nous allons nous occuper.

Donnons, auparavant, quelques-unes des proportions de différentes sortes de sels à employer pour obtenir pratiquement des mélanges réfrigérants :

1° Eau, une partie ; azotate d'ammoniaque, une partie (abaisse la température à —16°) ;

2° Eau, une partie ; azotate d'ammoniaque, une partie ; carbonate de soude, une partie ;

3° Eau, dix parties ; azotate d'ammoniaque, six parties ; chlorhydrate d'ammoniaque, six parties ; sulfate de soude cristallisé, quatre parties et demie, exactement.



MACHINE A GLACE A ACIDE SULFURIQUE, FONCTIONNANT A LA MAIN

Elle frappe une carafe en deux minutes et donne de la glace en trois minutes.

Ce dernier mélange est propre à congeler l'eau et à faire une petite quantité de glace comestible. Les deux premiers donnant un froid moins énergique, conviennent pour rafraîchir les boissons, conserver les aliments, glacer les crèmes, les sorbets, etc. Les deux dernières compositions sont économiques en ce qu'elles peuvent servir plusieurs fois, sans altération et sans perte très sensible ; pour cela, il suffit de faire évaporer l'eau

saline à feu ouvert, opération facile à effectuer sans avoir des connaissances spéciales.

On peut encore employer, comme mélanges réfrigérants, seize parties d'eau, cinq parties de sel ammoniac et cinq parties d'azotate de potasse, ce qui donne un abaissement de température de — 12°, ou bien cinq parties d'acide chlorhydrique et huit parties de sulfate de soude hydraté, qui donnent — 18°, froid très appréciable.

Enfin, si l'on dispose de neige ou de glace pilée, leur mélange avec une demi-partie de sel marin produira un froid de — 15 à — 18° sous zéro. C'est ce mélange qui est employé fréquemment par les glaciers pour confectionner les crèmes glacées et les sorbets.

Si, au lieu de sel, on emploie du chlorure de calcium (deux de glace et trois de chlorure de calcium), on obtient un abaissement considérable de température atteignant — 51°.

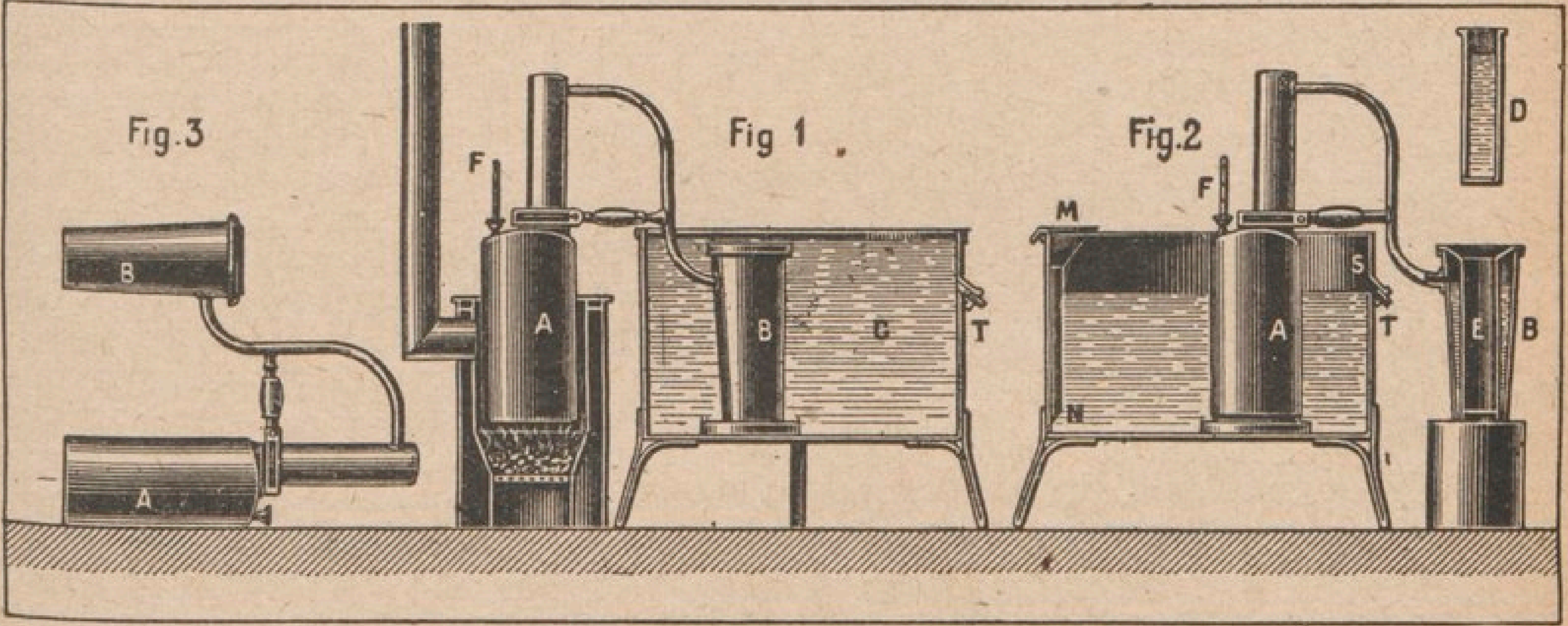
On trouve dans le commerce d'assez nombreux appareils, fort ingénieusement combinés, susceptibles d'utiliser ces réactions chimiques avec un maximum de simplicité et de commodité. Nous citerons, outre les glacières nommées plus haut, la glacière Parisienne, la Sibérienne, qui est montée sur support à bascule pour provoquer une agitation convenable du mélange ; la Rayonnante, à manivelle, qui permet, en quelques minutes, de frapper les sorbets, glacer les crèmes, rafraîchir les carafes et les bouteilles, fabriquer de la glace, et qui, de plus, est assez économique, puisqu'elle emploie comme réfrigérant l'azotate d'ammoniaque, lequel peut se récupérer presque indéfiniment par simple évaporation. (Voir fig. p. 255 et 256.)

En dehors des mélanges réfrigérants et de la détente de l'air comprimé, les moyens employés pour faire le froid et la glace sont l'évaporation des gaz liquéfiés, l'évaporation de l'eau et l'affinité chimique de l'ammoniaque pour l'eau. Ce sont d'ailleurs là à peu près les seuls qui permettent d'atteindre, pour les usages domestiques, des prix de revient suffisamment bas. Parlons d'abord des premiers.

On sait que, si on verse sur la main une goutte d'un liquide très volatil, comme l'éther, son évaporation produit une impression de froid très sensible, et ce fait est dû à ce que l'éther liquide s'est vaporisé en empruntant de la chaleur aux corps environnants — dans ce cas particulier, à la main.

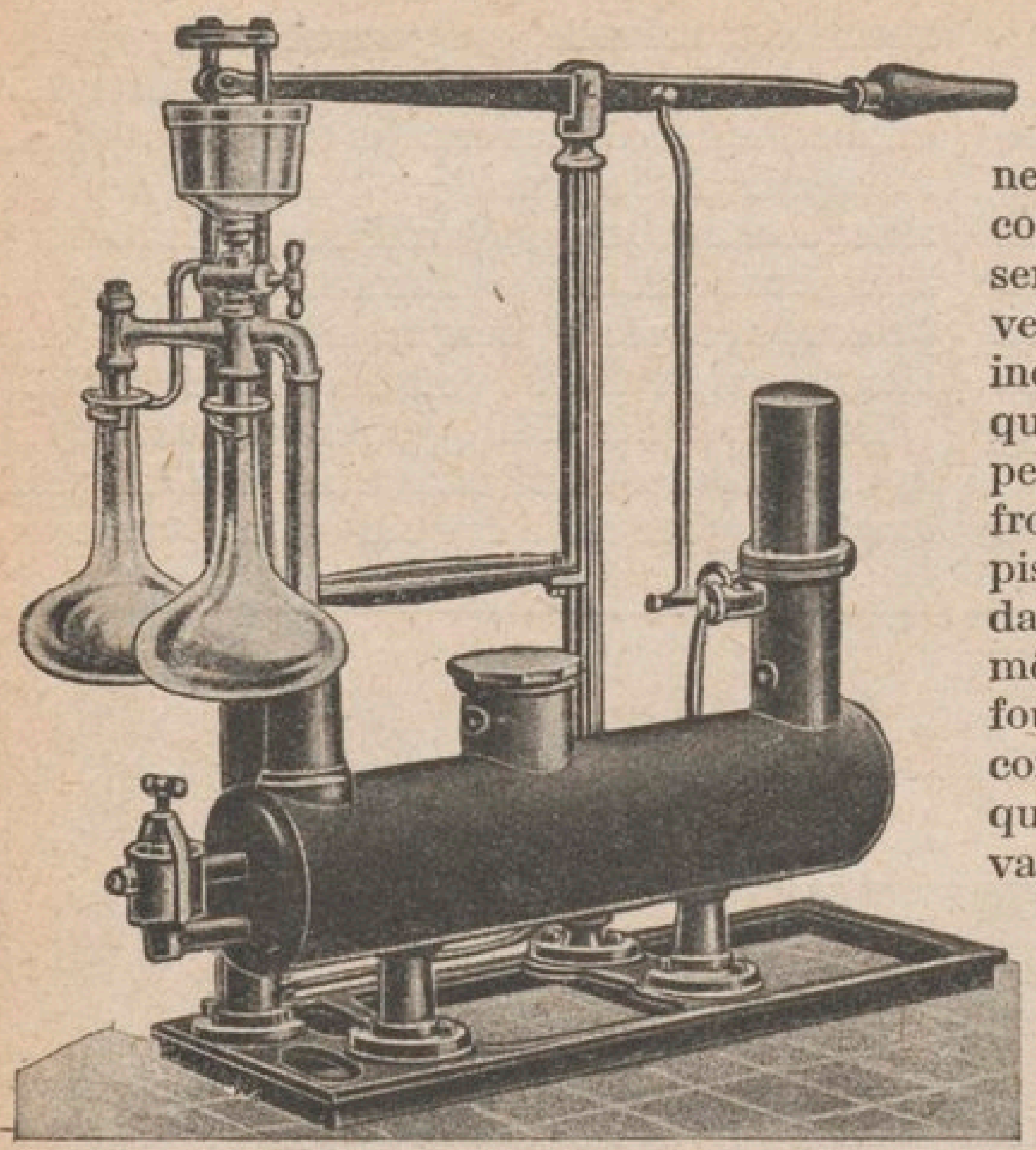
La chaleur fournie ainsi est le prix du changement d'état physique du corps considéré. Elle varie suivant les différents corps et on l'appelle chaleur latente de vaporisation.

Théoriquement, tous les liquides prove-



MACHINE PERFECTIONNÉE CARRÉ, A ABSORPTION, POUR LA CONGÉLATION DES LIQUIDES

A, *chaudière contenant la solution ammoniacale;* B, *congélateur;* C, *baquet rempli d'eau froide;* D, *vase contenant l'eau à congeler ou toute autre substance;* E, *espace central dans le congélateur destiné à recevoir le vase* D ; F, *thermomètre;* M, N, *tube pour l'emplissage du baquet;* T, *bouchon permettant de vider le baquet jusqu'au niveau* S, *pour que la chaudière ne soit plongée dans l'eau qu'aux trois quarts de sa hauteur. Fig. 1. Première opération: le congélateur est plongé dans l'eau et la chaudière est sur le fourneau. — Fig. 2. Le congélateur est retiré de l'eau et la chaudière y est plongée jusqu'aux trois quarts de sa hauteur. Le vase* D *contenant l'eau à congeler ou à refroidir est représenté enlevé du congélateur, mais, en réalité, il y est plongé dès le début de l'opération. — Fig. 3. Position dans laquelle il faut laisser l'appareil pendant dix minutes avant chaque opération dans le but de faciliter le retour dans la chaudière de la solution ammoniacale qui s'est accumulée dans le congélateur et aussi, à la fin de l'opération, pour recueillir l'alcool qui a été versé dans l'espace annulaire resté libre du congélateur.*



CONGÉLATEUR SYSTÈME CARRÉ A ÉVAPORATION D'EAU DANS LE VIDE, MODÈLE SIMPLE A DEUX CARAFES, FONCTIONNANT A LA MAIN

nant de gaz liquéfiés, bouillant à basse température, et qui sont actuellement assez nombreux, pourraient servir à la production du froid par leur évaporation. Mais, pour des raisons qu'il serait trop long d'exposer ici, on n'en utilise que quelques-uns, tels que l'anhydride sulfureux, l'acide carbonique, le gaz ammoniac, le chlorure de méthyle.

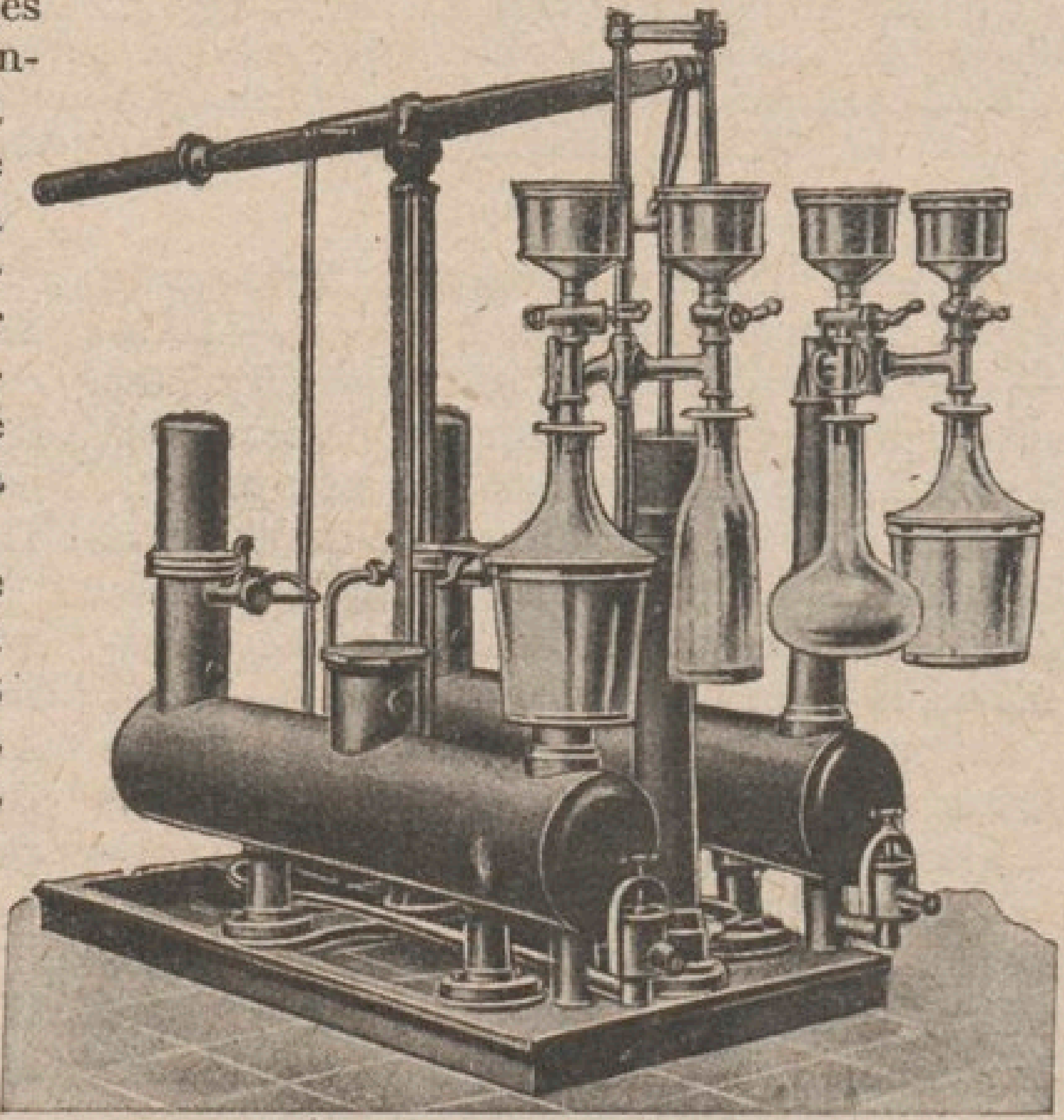
Les machines frigorifiques dans lesquelles on les emploie fonctionnent d'après le principe suivant : le gaz liquéfié, évaporé à l'air, entre en ébullition, et sa température s'abaisse à la température d'ébullition normale du liquide sous la pression atmosphérique. Mais, si on fait le vide sur le liquide, on s'explique que la température s'abaisse encore et descende à un degré du thermomètre notablement inférieur à sa température d'ébullition normale.

En mettant en communication avec le cylindre d'une pompe l'atmosphère qui surmonte une certaine quantité de gaz liquéfié, chaque coup de piston de la pompe enlève une partie des vapeurs à l'atmosphère, ce qui a pour effet d'abaisser la température de celui-ci. Si, alors, au lieu d'eau, qui se congèlerait, on entoure le récipient d'une solution incongelable, celle-ci descendra progressivement à une température de plus en plus basse et pourra être employée, en passant par des tuyaux spéciaux disposés à cet effet, à transporter le froid à distance.

Mais, dans ces conditions, le réservoir ne servirait de réfrigérant qu'autant qu'il contiendrait un liquide à évaporer, et il serait, par conséquent, nécessaire de renouveler indéfiniment celui-ci. On obvie à cet inconvénient par l'emploi du condenseur, qui se compose d'un récipient ou d'un serpentin placé au milieu d'un courant d'eau froide, où sont refoulées, à chaque coup de piston de la pompe, les vapeurs enlevées dans le coup de piston précédent. Par le jeu même de ladite pompe, qui est aspirante et foulante, la pression de ces vapeurs dans le condenseur augmente progressivement, et, quand elle atteint la tension maximum de la vapeur à la température de l'eau courante, elle se liquéfie et se retrouve ainsi à son premier état, prête à être utilisée de nouveau. Nous passons sur d'autres détails.

Un réfrigérant, une pompe et un condenseur, telles sont donc les trois parties fondamentales de toute machine frigorifique à gaz liquéfié, et les différents appareils utilisés actuellement ne présentent, au point de vue mécanique, que des différences de construction qui ne sont pas très sensibles. Ce qui les distingue les uns des autres est la nature du liquide employé, lequel permet de les diviser en quatre classes principales : machines à anhydride sulfureux, à anhydride carbonique, à ammoniaque et à chlorure de méthyle.

Le chlorure de méthyle présente d'incontestables avantages. Ses vapeurs sont très



CONGÉLATEUR CARRÉ A QUATRE CARAFES

facilement liquéfiables, et il s'ensuit que les machines dans lesquelles on l'emploie ne fonctionnent que sous des pressions très réduites, d'où résulte une usure moindre des organes des compresseurs, et un entretien très facile de toutes les régions de l'appareil où il pourrait exister des fuites, tels que le presse-étoupe, les joints, les robinets, etc.

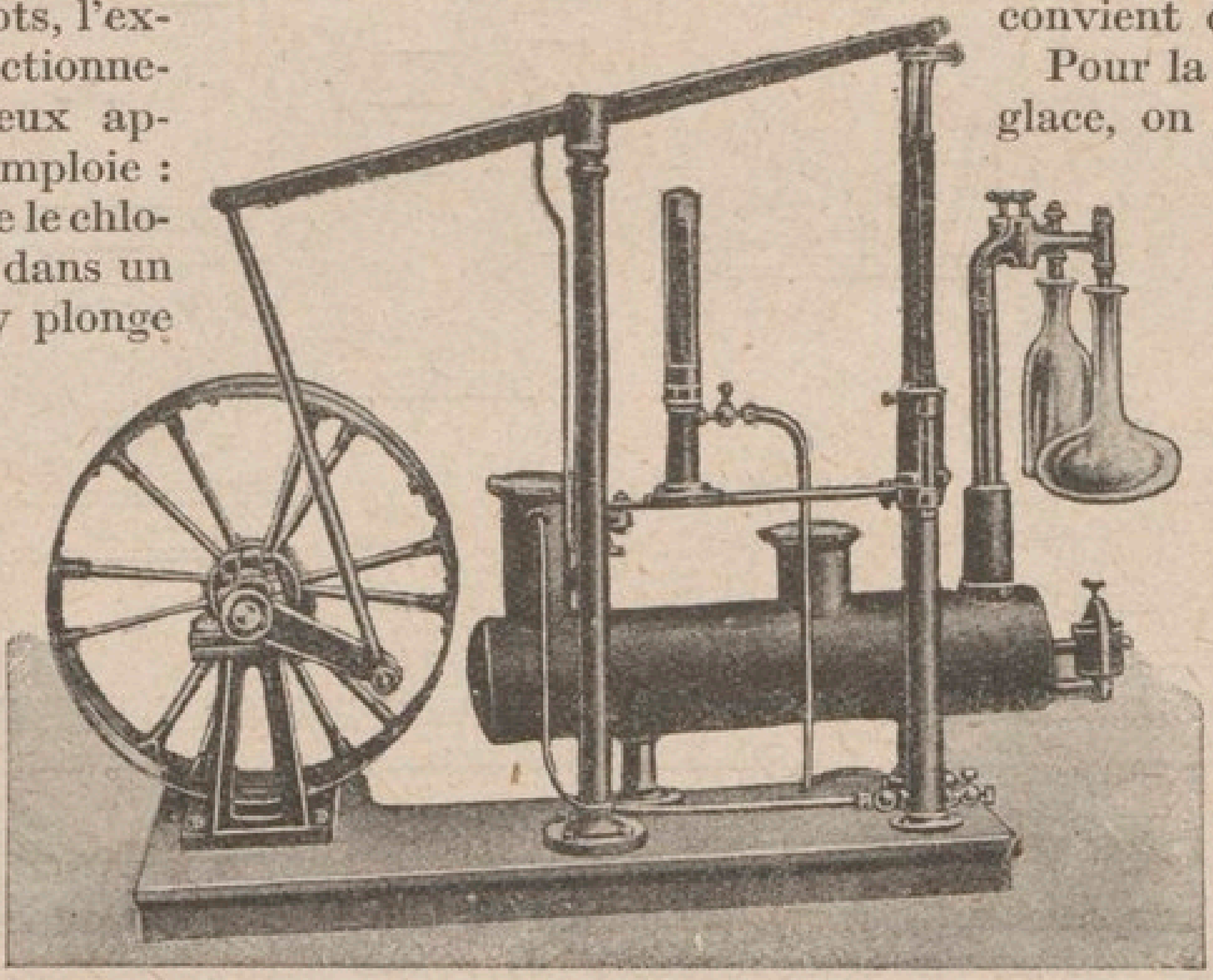
Malgré toutes ses qualités, le chlorure de méthyle est assez peu répandu ; on ne le trouve guère que dans les appareils du type Douane. Son extension a été probablement empêchée par celle des machines à anhydride sulfureux et à ammoniaque, venues plus tôt.

Voici, en deux mots, l'explication du fonctionnement des ingénieux appareils où on l'emploie :

Lorsqu'on verse le chlorure de méthyle dans un verre et qu'on y plonge un thermomètre, on voit le liquide bouillir et le thermomètre descendre à 23° centigrades au-dessous de zéro. Tant qu'il reste une trace de liquide, cette température se maintient, créant ainsi une source de froid qui est précisément celle que l'on utilise. Si le chlorure de méthyle était un produit sans valeur, les appareils consisteraient en un simple vase ouvert dans l'atmosphère où on laisserait perdre les vapeurs. Mais il n'en est pas ainsi : il faut recueillir ces vapeurs pour les transformer en liquide qui, en s'évaporant à nouveau, donnera encore du froid. Dans ce but, le vase d'évaporation est complètement clos, c'est lui qui est le siège du froid et on l'appelle « frigorifère ». Il communique avec le « compresseur », qui permet d'aspirer les vapeurs et de les comprimer ; celles-ci sont alors dirigées dans un appareil condenseur où, sous l'influence d'un courant d'eau froide, elles se liquéfient, absolument comme la vapeur d'eau retourne plus ou moins rapidement à son premier état par refroidissement.

On voit donc qu'un appareil frigorifique complet permettant la régénération à l'état liquide du produit employé se compose toujours d'un frigorifère, d'un compresseur et d'un liquéfacteur ou condenseur. Les deux derniers sont toujours les mêmes pour un appareil déterminé, seule la construction des frigorifères varie avec les diverses applications du froid. Les éléments où s'évapore le chlorure de méthyle affectent la forme de serpentins, de récipients de contenance variable ou de longues tuyauteries dont les parois extérieures, en contact direct avec les corps à refroidir, sont les surfaces de transmission ou d'irradiation du froid.

C'est généralement un liquide incongelable qui se réfrigère au contact des éléments et qui sert simplement d'intermédiaire entre ceux-ci et les corps ou appareils qu'il convient de réfrigérer.



CONGÉLATEUR CARRÉ FONCTIONNANT PAR MOTEUR

Pour la fabrication de la glace, on emploie presque toujours l'intermédiaire d'une saumure pouvant descendre à de très basses températures sans se congeler, laquelle est, le plus souvent, une dissolution de chlorure de calcium dans l'eau marquant 25° Baumé.

Le système où se détend le chlorure de méthyle, qu'il affecte la forme de serpentins ou de récipients tubulaires, est placé dans un réservoir en tôle, recouvert d'une garniture isolante, lequel est rempli de saumure. Une hélice permet, grâce à des chicanes convenablement disposées, d'imprimer un mouvement de déplacement à cette saumure, facilitant par là l'échange du froid avec la surface métallique du récipient où s'effectue la détente du gaz liquéfié. Ce mouvement d'agitation est très important, indispensable même, et sa suppression ou son insuffisance diminue considérablement le rendement de l'appareil.

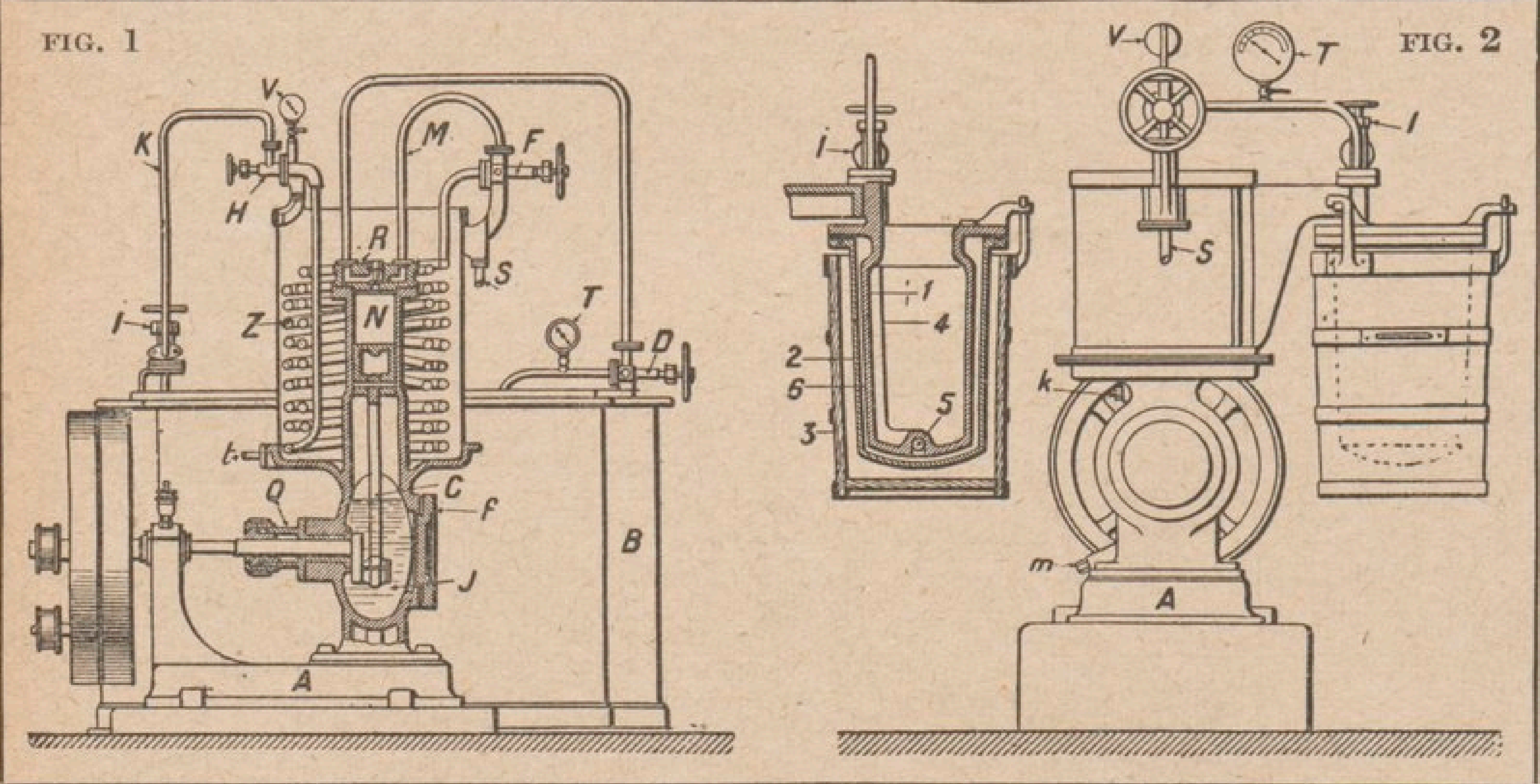
Les moules à glace, ou « mouleaux », sont en tôle galvanisée, d'assez forte épaisseur, et ont le plus souvent la forme de prismes à section rectangulaire, carrée ou ronde.

Il a pu venir à l'idée des premiers inventeurs de réaliser la congélation de l'eau dans des récipients placés dans des locaux, caisses ou meubles réfrigérés par l'air froid, mais on n'a pas tardé à reconnaître la supériorité du principe sur lequel sont conçus la très grande

majorité des appareils modernes, de telle sorte que, même des appareils du type Giffard, basés sur l'obtention directe de l'air froid par sa détente, ont été combinés pour permettre de réfrigérer avec cet air froid un liquide incongelable dans lequel on immerge tout bonnement les mouleaux à glace, au lieu d'utiliser directement cet air froid.

oblige à des démontages et à des remontages, peut avoir besoin d'être rechargé, ce qui se présente aussi quand, par inadvertance, on a laissé perdre le produit frigorifique. Il est donc bon de lui adjoindre quelques récipients chargés de chlorure de méthyle, lesquels se composent de petites cartouches qu'on visse, pour l'emploi, sur le robinet de réglage et

FIG. 1 FIG. 2



APPAREILS A GLACE SYSTÈME DOUANE, FONCTIONNANT AU CHLORURE DE MÉTHYLE

Fig. 1. A, *socle du compresseur;* B, *frigorifère à saumure;* C, *bielle actionnant le piston;* D, *robinet d'arrêt à l'aspiration;* F, *robinet d'arrêt au refoulement;* H, *robinet d'arrêt du chlorure de méthyle liquide;* I, *robinet régleur d'introduction du chlorure de méthyle dans le frigorifère;* J, *chambre à glycérine où se meut l'arbre de la bielle;* K, *tuyau d'amenée du chlorure de méthyle liquide au robinet* I ; L, *tuyau d'aspiration des vapeurs de chlorure de méthyle;* M, *tuyau de refoulement des vapeurs;* N, *partie du cylindre où se fait la compression des vapeurs de chlorure de méthyle;* Q, *boîte à étoupe de l'arbre moteur;* R, *plateau portant les clapets du cylindre* N; T, *manomètre du frigorifère;* t, *entrée de l'eau de condensation;* S, *sortie de l'eau de condensation;* V, *manomètre du liquéfacteur;* f, *plateau de visite du mécanisme du compresseur;* k, *introduction de la glycérine;* m, *vidange de la glycérine;* Z, *serpentin liquéfacteur où se condense le chlorure de méthyle comprimé.* — *Fig. 2 (appareil à cartouche instantanée).* 1, *récipient intérieur de la cartouche instantanée où l'on met l'eau chaude au moment du démoulage de la glace;* 2, *récipient extérieur contre lequel se forme la glace;* 3, *récipient contenant l'eau à congeler;* 4, *canal par où arrive le chlorure de méthyle introduit par le robinet régleur* i ; 5, *orifice par où pénètre le chlorure dans l'espace annulaire;* 6, *espace annulaire où s'évapore le chlorure de méthyle.*

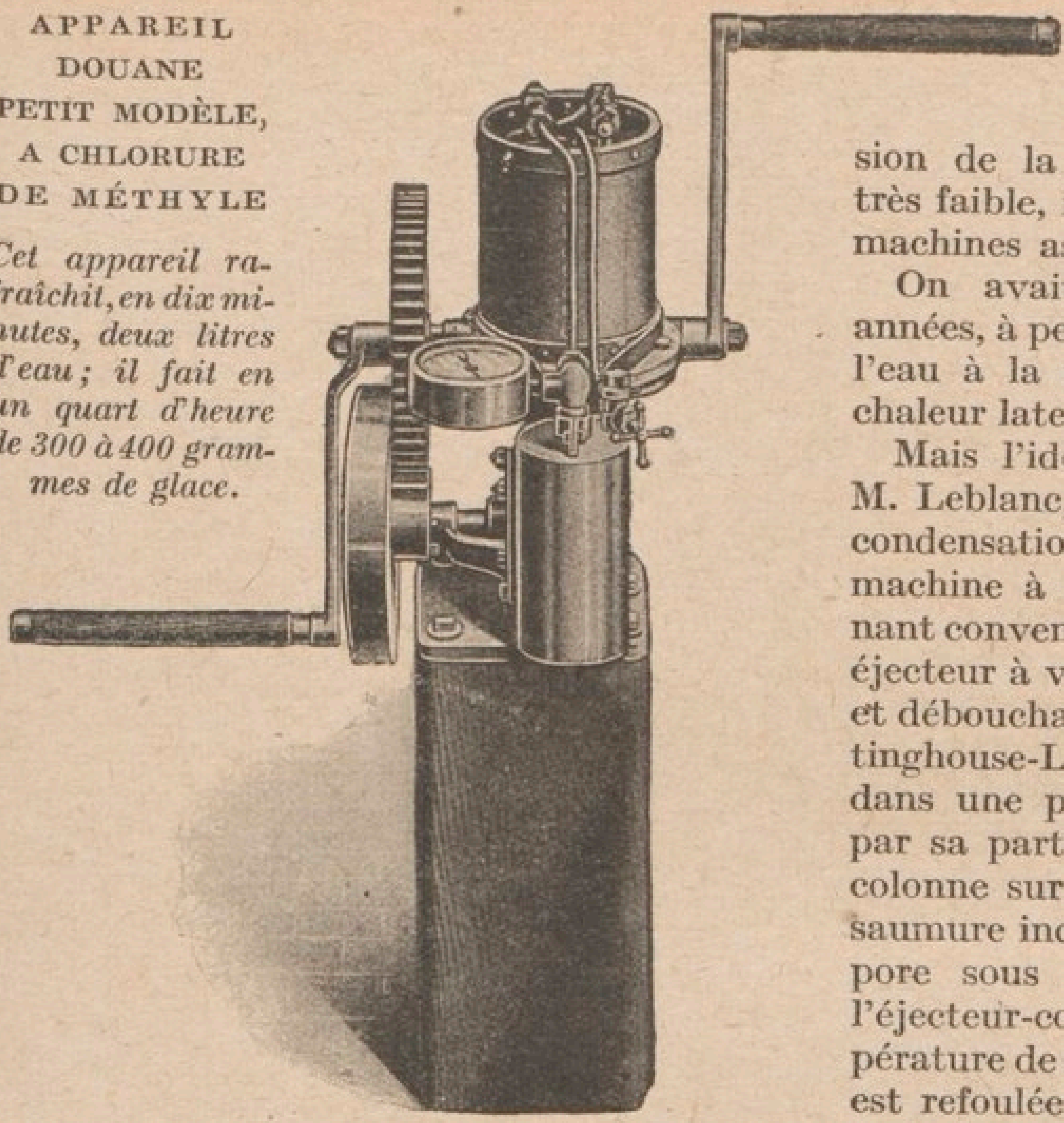
Les petits appareils Douane, mus à bras, permettent d'obtenir de la glace sans moteur mécanique ; le travail d'un homme de force moyenne suffit. En dix minutes, on peut rafraîchir 10 litres d'eau de 15° ; en un quart d'heure, on fabrique de 300 à 400 grammes de glace, et 1 kg. 200 à 1 kg. 500 en une heure. Si on préfère employer un moteur, on a recours à une petite dynamo, branchée sur le circuit de 6/10e de cheval seulement.

Cet appareil, dans lequel on a recherché la plus grande simplicité de construction, étant destiné à être parfois changé de place, ce qui qui se vident directement dans l'appareil.

Dans certains cas, il peut être intéressant d'avoir de la glace très rapidement après un long arrêt de l'appareil, et, par conséquent, d'éviter la période de mise en train due à l'obligation de refroidir la masse de saumure. On peut alors employer la cartouche, dite instantanée, qui se compose d'un frigorifère spécial dans lequel on a supprimé la saumure et où la glace se forme le long des parois du récipient où s'évapore le chlorure de méthyle. La glace ainsi obtenue n'est pas en pains réguliers, comme celle des frigori-

APPAREIL DOUANE PETIT MODÈLE, A CHLORURE DE MÉTHYLE

Cet appareil rafraîchit, en dix minutes, deux litres d'eau; il fait en un quart d'heure de 300 à 400 grammes de glace.



fères ordinaires à saumure; elle constitue une sorte de moulage en glace de la cartouche, et, lorsqu'on la détache de cette dernière, elle donne des morceaux de formes irrégulières rappelant un peu la glace naturelle.)

Outre les machines pour la grande industrie, dont nous n'avons pas à nous occuper ici, des appareils se construisent spécialement pour être montés à bord des bateaux. Ils peuvent être à frigorifère, à saumure ou à cartouche instantanée, ou encore avec les deux systèmes combinés. On les établit soit automoteurs à vapeur, soit automoteurs électriques (Voir la figure page suivante.

Passons maintenant à la description des machines à évaporation de l'eau dans le vide.

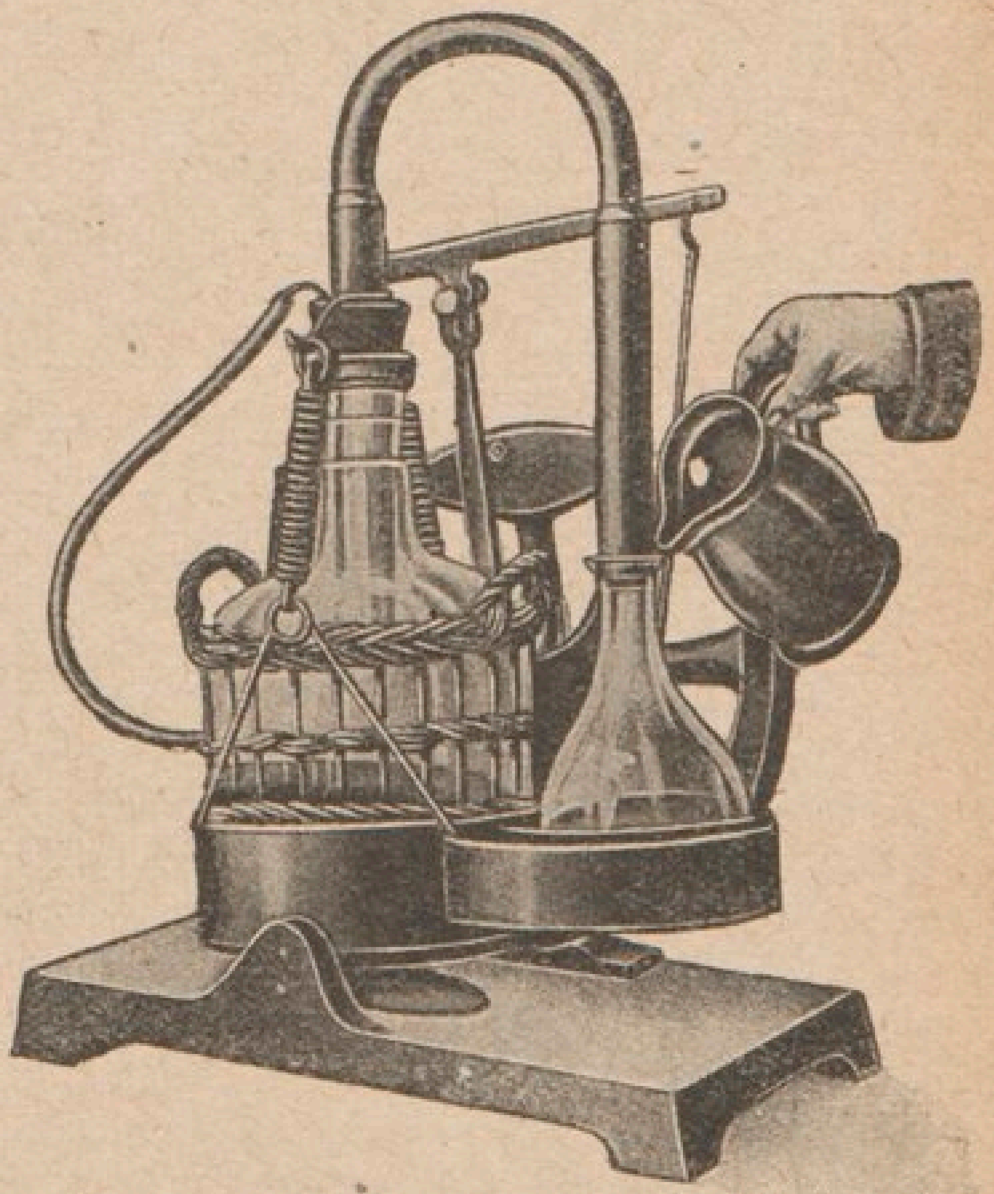
Parmi les liquides susceptibles de produire de grands froids par leur évaporation, l'eau occupe une place particulière. En effet, sa chaleur latente de vaporisation atteint des valeurs doubles, environ, de celles de l'ammoniaque. Aussi Carré avait-il imaginé une machine pour la fabrication des carafes frappées, basée sur l'évaporation de l'eau.

Par contre, le volume spécifique de la vapeur d'eau est très élevé : 210 mètres cubes, alors que celui de l'ammoniaque est de 0 m. c. 294. Si l'on représente par 1 le volume aspiré par un compresseur à anhydride carbonique, celui aspiré par un compresseur à vapeur d'eau serait de 2.800, à puissance frigorifique égale. Il y a là une impossibilité à envisager le fonctionnement d'une machine de pareilles dimensions. D'autre part, la tension de la vapeur d'eau étant également très faible, il était nécessaire d'employer des machines assurant un vide presque parfait.

On avait donc, jusqu'à ces dernières années, à peu près abandonné l'idée d'utiliser l'eau à la production du froid, malgré sa chaleur latente de vaporisation, si favorable.

Mais l'idée a été reprise récemment, et M. Leblanc, après de longues études sur la condensation, est arrivé à réaliser une machine à froid à vapeur d'eau, fonctionnant convenablement, et qui se compose d'un éjecteur à vapeur produisant un vide absolu et débouchant dans un condenseur dit Westinghouse-Leblanc. Cet éjecteur est enfermé dans une première colonne communiquant par sa partie supérieure avec une seconde colonne sur la paroi de laquelle ruisselle la saumure incongelable dont une partie s'évapore sous l'effet du vide entretenu par l'éjecteur-condenseur, en abaissant la température de la portion restant liquide, laquelle est refoulée par une pompe dans la tuyauterie de circulation. La vapeur, formée dans la seconde colonne, est entraînée par celle arrivant dans l'éjecteur et éliminée avec l'eau de condensation par une pompe à vide.

Cette machine ne peut guère servir que pour l'obtention de froids modérés, car, si



APPAREIL DOUANE « LE POLAIRE » A ÉVAPORATION DE L'EAU DANS LE VIDE

Il est muni d'un absorbeur de vapeur d'eau par l'acide sulfurique.

on veut abaisser par trop la température de la saumure, on se trouve consommer une trop grande quantité de vapeur à l'éjecteur : le vide devant être de plus en plus parfait.

D'autre part, on construit, pour l'usage domestique, des petites machines à évaporation de l'eau dans le vide, dérivées de l'appareil primitif E. Carré, mais avec adjonction d'un condenseur-absorbeur d'acide sulfurique ou tout autre corps très avide de vapeur d'eau. L'acide absorbant la vapeur dès sa production, augmente considérablement la rapidité de l'évaporation de l'eau, et, par conséquent, le froid produit. Tel est le « Polaire », dont les parties essentielles sont constituées par une pompe à vide, un récipient qui contient l'acide sulfurique et une carafe destinée à être frappée ou congelée (p. 261).

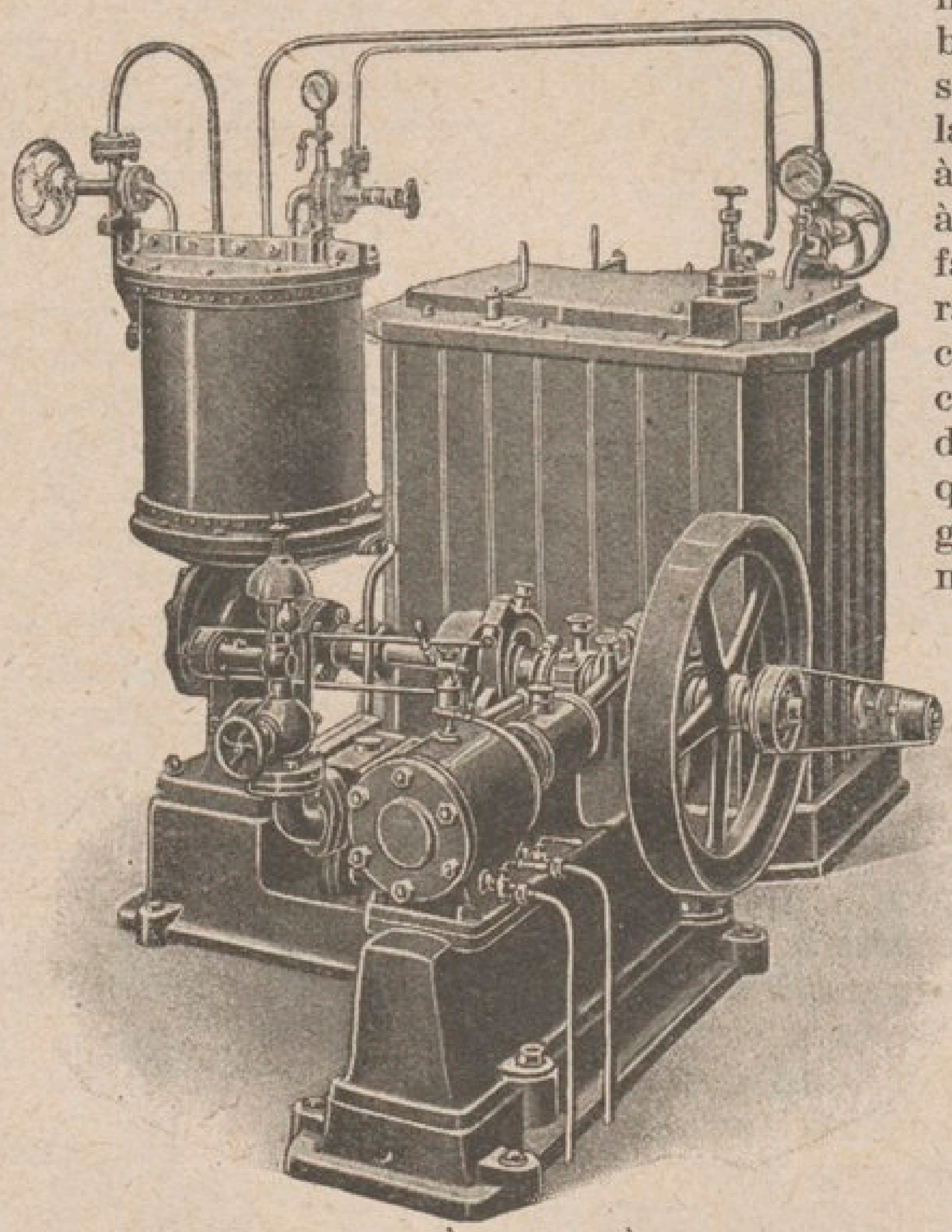
L'organe le plus important est la pompe, qui doit produire un vide aussi parfait que possible en fonctionnant lentement et aisément. L'air ne doit pas y pénétrer, sous aucun prétexte, même si on laisse l'appareil au repos pendant un temps plus ou moins long.

L'acide sulfurique employé est celui du commerce, à 66° ordinaire, que l'on peut se procurer partout. La quantité constituant une charge de l'appareil petit modèle est de un litre ; elle suffit, au dire du constructeur, pour frapper environ soixante carafes.

L'appareil E. Carré est identique; il produit le froid et la glace *sans feu, sans pression, sans danger*. En trois minutes, il amène une carafe d'eau de 30° à 0°, et la congélation doit commencer dans la minute qui suit. L'acide sulfurique est l'agent le plus économique pour la production de la glace : 1 kilogramme d'acide produit jusqu'à 2 kg. 500 de glace. Il est renfermé dans un récipient en plomb antimonié inattaquable et ne présente aucun danger ; des appareils à grands récipients peuvent être chargés pour plusieurs mois ou même pour une saison.

La dépense en force motrice est minime : un homme seul peut manœuvrer aisément même les appareils opérant sur quatre carafes.

Il produit à volonté, soit des carafes frappées, soit de la glace en bloc. Pour obtenir cette dernière, on place sur la carafe un récipient rempli d'eau, en forme d'entonnoir, et muni d'un robinet spécial ne laissant couler l'eau dans la carafe que goutte à goutte et au fur et à mesure que la pompe fait le vide. L'évaporation à la surface de chaque goutte est ainsi considérable, et produit un froid intense qui amène vite la congélation de la partie non évaporée.



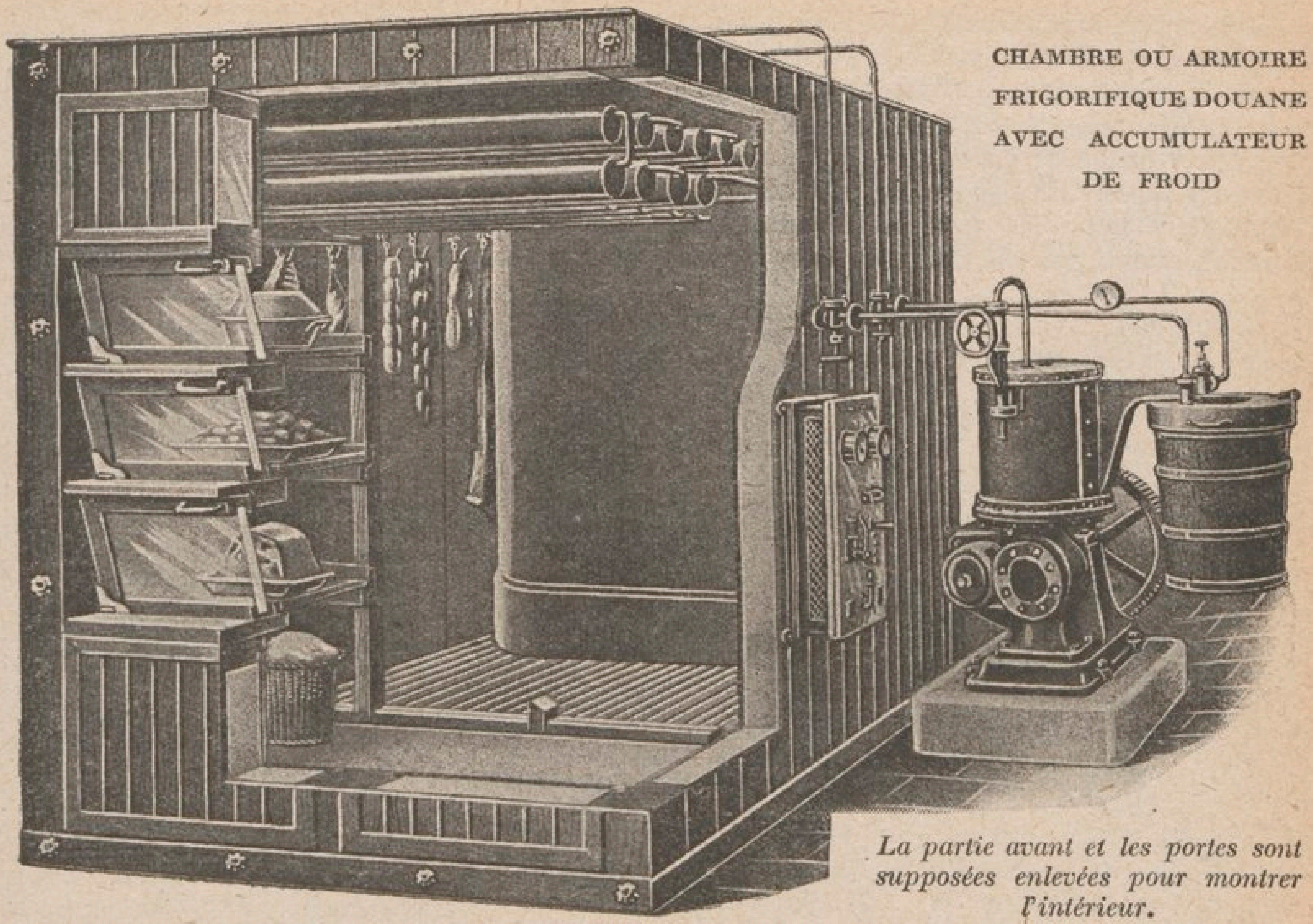
GROUPE FRIGORIGÈNE SYSTÈME DOUANE

Appareil à glace, type marin, accouplé avec moteur à vapeur, destiné à être installé à bord des navires.

La machine à glace « Rapide », de l'Omnium frigorifique, est à peu près semblable et fonctionne de la même façon. C'est un appareil robuste, qui convient à tous usages domestiques, qui est toujours prêt à fonctionner, et qui, assure le constructeur, permet de glacer une carafe en deux minutes et de rafraîchir en quelques instants les liquides et les fruits dans un seau à glace.

Il ne nous reste plus qu'à examiner les appareils à affinité, dits aussi à absorption. On sait que l'ammoniaque se dissout en proportions considérables dans l'eau, mais son coefficient de solubilité diminue rapidement avec la température, et, si on chauffe une dissolution aqueuse d'ammoniaque, le gaz dissous se dégage au fur et à mesure que la température s'élève; c'est ainsi qu'à 140°, il n'en reste plus en dissolution.

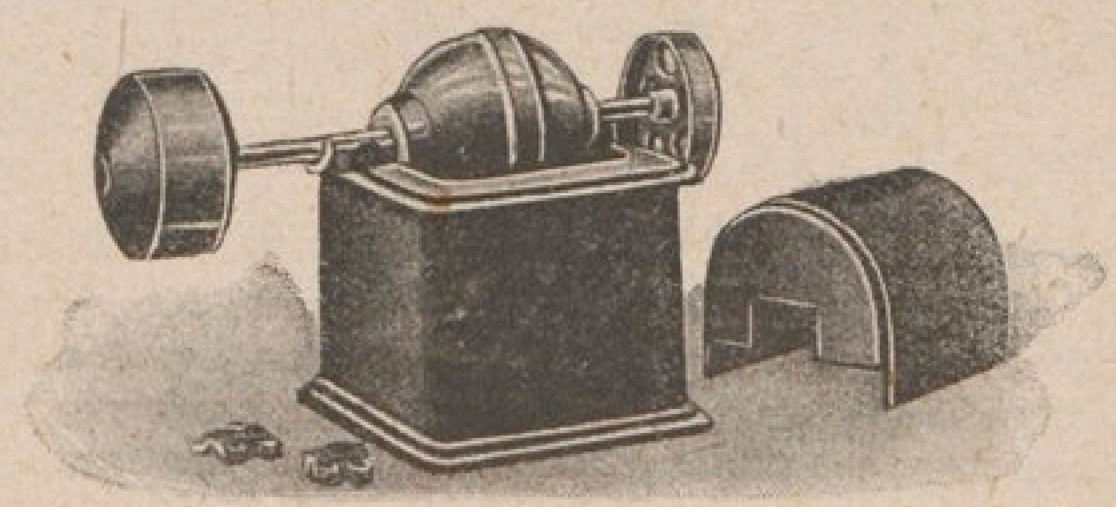
C'est ce phénomène que Carré aîné a utilisé pour la production du froid et de la glace, et la machine très pratique qu'il a construite porte le nom de machine à absorption.



CHAMBRE OU ARMOIRE FRIGORIFIQUE DOUANE AVEC ACCUMULATEUR DE FROID

La partie avant et les portes sont supposées enlevées pour montrer l'intérieur.

On remplit aux trois quarts une chaudière d'une solution saturée d'ammoniaque. On chauffe la chaudière, l'ammoniaque dissous se dégage, et, soulevant une soupape, se rend par un tuyau dans le congélateur, où il se liquéfie en majeure partie sous sa propre pression. Lorsque le thermomètre indique 140 ou 150°, on éteint le feu et on déplace l'appareil pour plonger la chaudière dans un baquet d'eau froide. Dès que la température de l'eau contenue dans ladite chaudière commence à baisser, l'ammoniaque, soulevant la soupape et cheminant en sens inverse, retourne se redissoudre, en vertu de son affinité pour l'eau. Ce fait provoque la volatilisation de l'ammoniaque liquéfié, et si on a mis de l'eau dans le vase plongé au milieu du congélateur, elle cède à l'ammoniaque la chaleur nécessaire à sa vaporisation et se congèle. Après une heure, la solidification est totale et on obtient 5 kilos de glace par kilogramme de charbon brûlé.



LE « FRIGORIGÈNE » MONTÉ SUR SON BAC REFROIDISSEUR A EAU

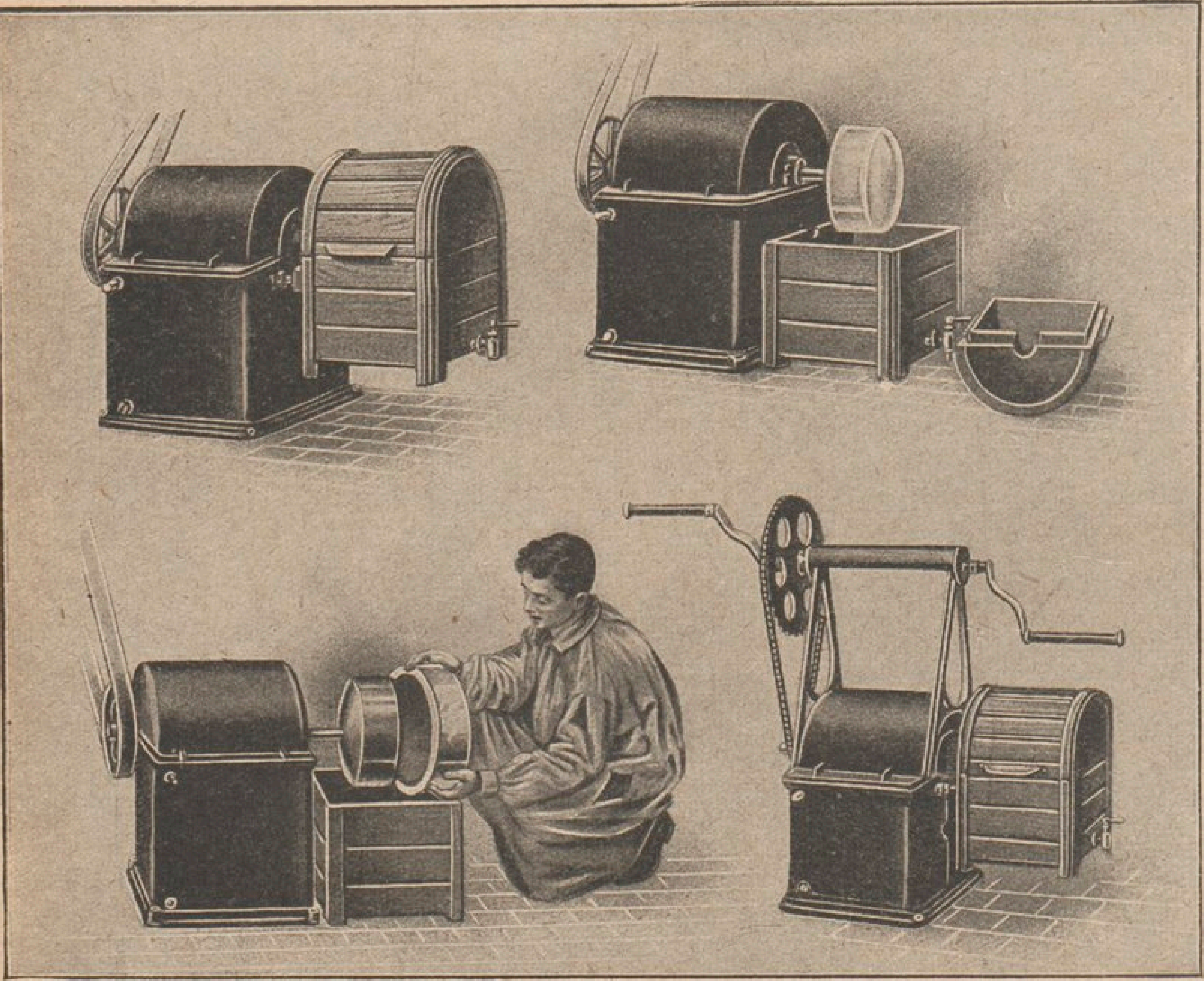
Le couvercle de la boule du condenseur est enlevé.

Faire de la glace avec du feu peut sembler paradoxal, et cette machine, qui répond à la formule très simple et caractéristique : eau + feu = glace, excita une vive curiosité dans le public au moment de son apparition, il y a une cinquantaine d'années.

Sa théorie est bien connue : les corps ont besoin d'absorber de la chaleur pour passer de l'état solide à l'état liquide, et de ce dernier à l'état gazeux. Quand l'eau est en glace, il lui faut de la chaleur pour se fondre et devenir liquide, tout en restant à zéro, et encore de la chaleur pour se transformer en vapeur, tout en restant à 100°. Le phénomène inverse produira au contraire des dégagements de chaleur. Ainsi, que l'on mette un liquide essentiellement volatil sous la pression ordinaire en contact avec de l'eau, il absorbera, pour se volatiliser, la chaleur latente de celle-ci. C'est là, précisément, le principe sur lequel est fondé l'appareil, l'un des plus curieux qu'on connaisse.

Il pouvait fournir 0k.500 à 2 kilogrammes de glace par opération, mais son fonctionnement intermittent en limitait l'usage aux besoins domestiques. M. Carré en construisit peu après un autre, plus compliqué, à fonctionnement continu, qui fut utilisé dans l'industrie, pour les grandes installations. Nous n'avons pas à nous en occuper ici. élevée amenant à la longue la décomposition de l'ammoniaque, qu'il faut renouveler.

Les machines à vide modernes, précédemment décrites, ont aussi de sérieuses qualités, quoique le maniement de l'acide sulfurique demande quelques précautions. Leur inconvénient est de nécessiter l'emploi d'une pompe à air capable de produire un vide



FABRICATION IMMÉDIATE D'UNE PETITE QUANTITÉ DE GLACE AVEC LE « FRIGORIGÈNE »
Fig. en haut, à gauche: le réfrigérant tourne dans un petit bac spécial contenant de l'eau; fig. en haut, à droite: le bac spécial est enlevé et on voit la couche de glace qui s'est formée sur le réfrigérant; figure en bas, à gauche: on enlève la couche de glace; fig. en bas, à droite: le même appareil construit pour fonctionner à bras, à l'aide d'une manivelle actionnant une roue dentée et une chaîne de Galle.

Aujourd'hui, le petit appareil domestique, convenablement amélioré, se fabrique encore et est d'un assez bon emploi. La durée du chauffage du modèle donnant un kilogramme de glace par opération est de cinquante-cinq minutes et la durée de la congélation est d'à peu près le même temps (Voir fig. page 257).

Ces machines à absorption ont comme avantage la simplicité du dispositif, et comme inconvénient la haute pression nécessaire à la liquéfaction du gaz, supérieure à dix atmosphères, ainsi que la température atteignant parfois jusqu'au demi-millimètre, ce qui est très élevé, et qui ne se maintient pas toujours pendant longtemps en état de fournir ce vide. Même, la machine Leblanc, qui est remarquable, qui n'utilise ni pompe ni produit chimique, est difficilement adaptable aux besoins domestiques pour de petites productions de froid ou de glace parce qu'elle nécessite de la vapeur.

Leur avantage sur celles à ammoniaque à absorption est d'exiger moins de puissance et de produire de la glace plus rapidement.

Or, on est parvenu à créer une machine du type à vide et à absorption à la fois, réunissant les avantages des deux types précédents sans en avoir les inconvénients.

Elle se compose de deux chaudières sphériques réunies l'une à l'autre par un axe horizontal creux, établissant entre elles une communication, l'ensemble pouvant tourner sur deux paliers. La première est en partie remplie du liquide absorbant, incongelable et transmetteur du froid, et, après ce remplissage partiel, l'air restant en a été évacué, soit par une pompe ou une trompe, soit par une simple ébullition. Une fermeture étanche empêche ensuite l'air extérieur d'y pénétrer. Le liquide absorbant qui paraît être le plus convenable est constitué par une dissolution de chlorure de zinc, ou encore de soude concentrée à laquelle on ajoute un corps avide d'eau.

En inclinant l'appareil, cette dissolution passe dans la chaudière (qui communique, ainsi qu'on l'a dit, avec la première par l'axe creux), puis une nouvelle inclinaison la fait revenir dans la première. Mais il en reste une petite quantité dans cette seconde chaudière, qui constitue le condenseur, et ce reste formera le liquide incongelable par son mélange plus ou moins intime avec l'eau produite par la condensation dans ladite chaudière.

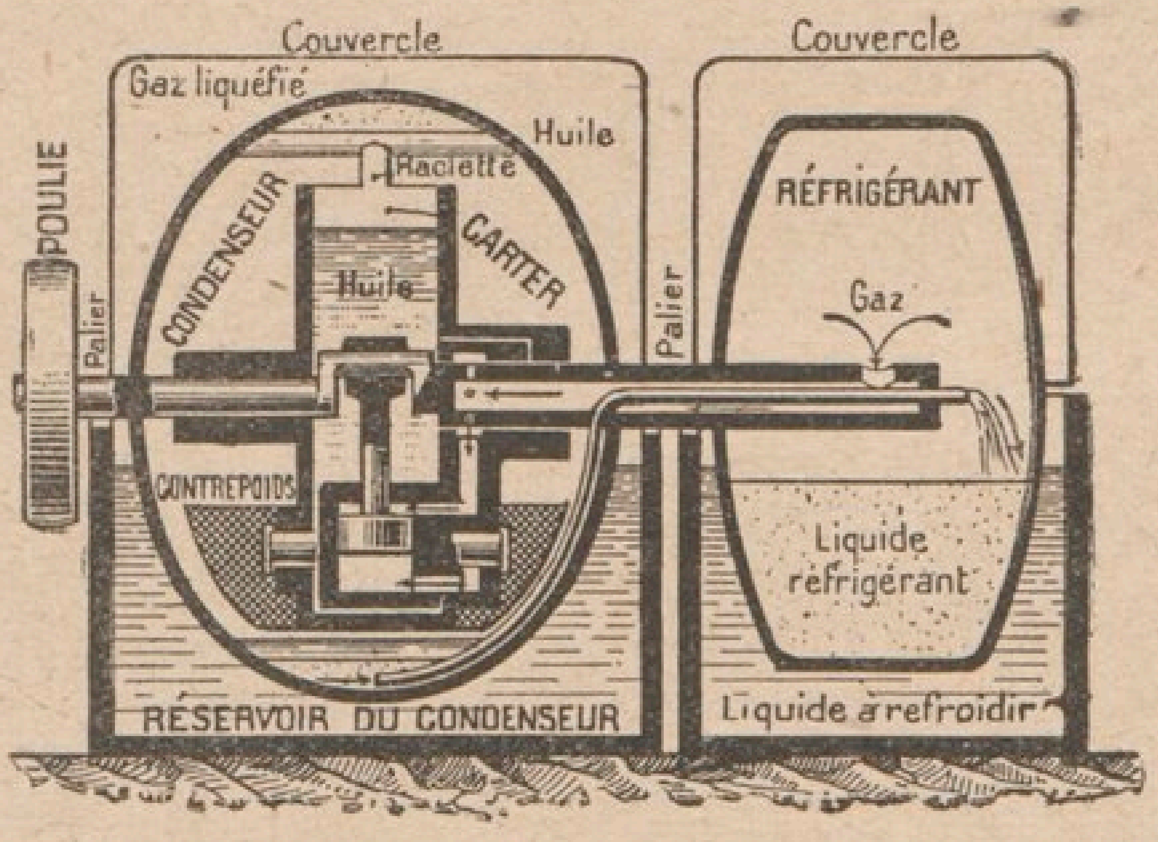
Le liquide absorbant est chauffé par un feu allumé sous la première chaudière, ce qui le fait distiller et passer à l'état de vapeur dans la seconde chaudière, où il est refroidi par de l'eau qui ruisselle sur la surface extérieure de celle-ci, de sorte que la vapeur se condense sur ses parois.

Le feu étant complètement éteint, on place sur cette seconde chaudière un récipient annulaire qui l'emboîte parfaitement et on le remplit d'eau froide. On le recouvre ensuite d'une enveloppe isolante.

La première chaudière est alors refroidie par ruissellement d'eau sur sa surface extérieure ; l'eau qui a passé par distillation dans la seconde chaudière revient alors dans la première, où le sel restant possède toujours sa propriété absorbante. Du fait de ce changement d'état de l'eau de la seconde chaudière, se vaporisant dans la première, il résulte une soustraction de chaleur aux dépens du corps environnant, c'est-à-dire de l'eau contenue dans le récipient annulaire (on sait qu'elle est de 600 calories environ par kilogramme de vapeur évaporée).

Le refroidissement amène la formation de la glace à la surface de la seconde chaudière, c'est-à-dire dans le récipient annulaire.

Quoique le système fonctionne complètement dans le vide, on peut se passer de l'emploi d'une pompe pneumatique puisque ce vide est obtenu une fois pour toutes au moment même de la fabrication.



COUPE SCHÉMATIQUE DU « FRIGORIGÈNE » MONTRANT SON FONCTIONNEMENT INTÉRIEUR

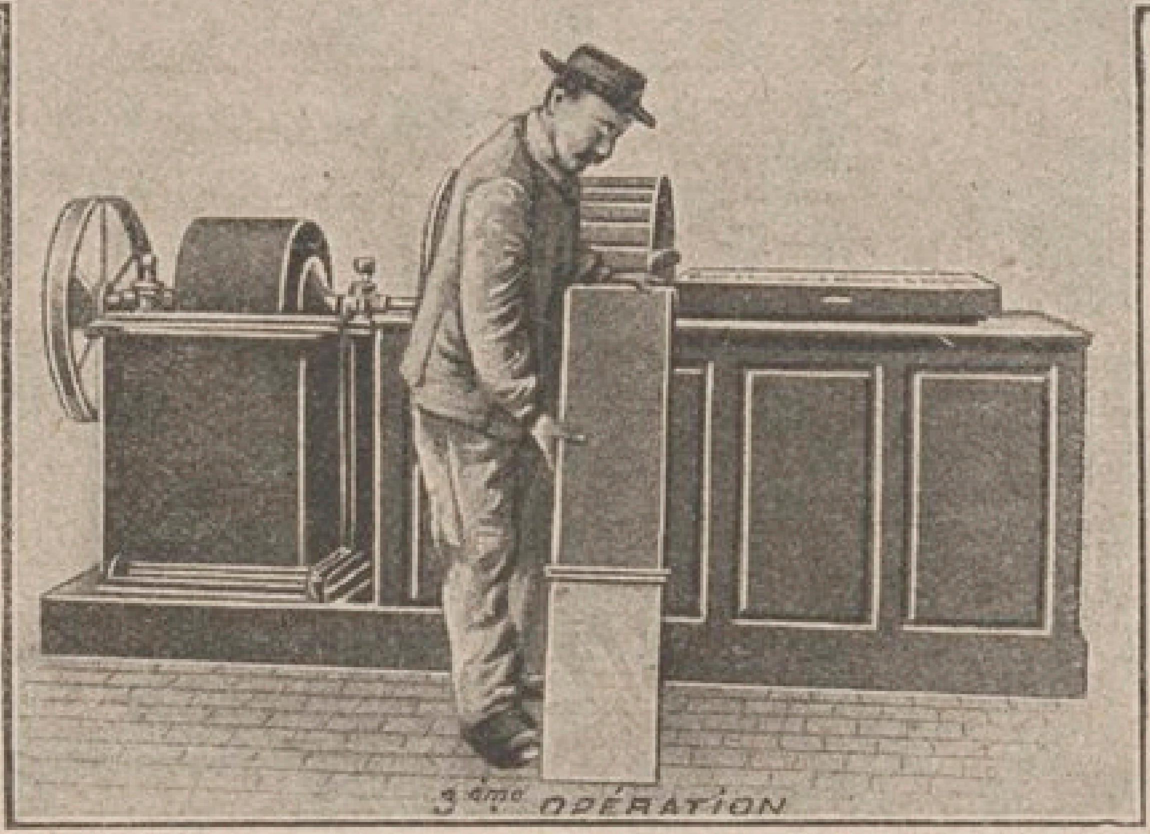
(Voir la figure de la page précédente.)

Le mouvement de rotation nécessaire pendant la première période, dite de chauffage, dure un peu moins d'une demi-heure. La fin de la deuxième période, dite de congélation, est indiquée par une sonnerie automatique, et il ne reste plus qu'à détacher les coquilles de glace. Pour produire un kilogramme de glace, on brûle une soixantaine de grammes de pétrole de chauffage, ce qui n'est pas une grande dépense.

La simplicité de cette machine, qu'un enfant peut faire fonctionner, en fait tout le grand mérite. La suivante, dénommée Frigorigène A. S., est non moins simple, et elle ne nécessite même pas de chauffage. Elle se compose, comme la précédente, de deux capacités sphériques, lesquelles sont en bronze très épais, réunies par un arbre creux faisant corps avec elles. Il suffit de faire tourner cet ensemble, supporté par deux paliers extérieurs, pour obtenir instantanément et indéfiniment du froid ou de la glace, et cela, sans aucune préparation pour la mise en route, ce qui est très agréable.

Il n'y a aucune recharge d'agent frigorifique, celui-ci étant introduit une fois pour toutes à l'usine au moment de la fabrication de l'appareil, et se récupérant automatiquement sans aucune fuite possible.

Quand le Frigorigène proprement dit, c'est-à-dire les deux capacités sphériques,



FABRICATION DE LA GLACE EN PAINS PAR IMMERSION DES MOULEAUX DANS LA SAUMURE

1° *On retire le mouleau du bac à saumure où s'est effectuée la congélation ;* 2° *on le plonge dans l'eau du bac de condensation, qui est tiède, ce qui provoque une légère fusion de la glace en contact avec la paroi du mouleau et facilite son détachement ;* 3° *on renverse le mouleau pour en sortir le pain de glace.*

ont été montées sur les paliers, la boule du condenseur se trouvant au-dessus du bac à eau et recouverte de son couvercle, il suffit, comme nous l'avons dit, de faire tourner l'appareil pour qu'au bout de quelques minutes le réfrigérant tournant dans l'air se recouvre de givre, preuve évidente de la production immédiate du froid. Il faut avoir soin, bien entendu, de disposer une circulation d'eau dans le bac du condenseur, laquelle arrive par un tuyau et s'écoule par trop-plein.

Pour obtenir très rapidement de la glace sans l'emploi de saumure, il suffit de faire tourner le réfrigérant, soit à la main, soit par petit moteur, électrique ou autre (6/10e de cheval suffisent pour le petit modèle) dans un bac spécial amovible contenant de l'eau.

Au bout d'une dizaine de minutes, il se forme autour de la boule une couche de glace dont l'épaisseur croît rapidement pour atteindre environ un centimètre, soit 2 kilogrammes, au bout d'une demi-heure, ce qui est suffisant pour les usages domestiques.

Cette glace étant détachée, l'opération peut être renouvelée immédiatement autant de fois qu'on le désire. (Fig. à la page 264).

Dans un grand nombre de cas, il ne peut être question, soit pour un châtelain, un hôtelier, un fermier, soit encore pour un boucher ou un charcutier de faire une installation comportant une chambre frigorifique qui serait beaucoup trop onéreuse pour l'importance de leur service ou de leur commerce. L'appareil est alors combiné avec des meubles garde-manger, leur refroidissement étant obtenu par une circulation automatique de saumure, permettant la conservation des denrées par l'air froid sec sans interposition de glace. En outre, on peut disposer une fabrication accessoire de glace en mouleaux. Le Frigorigène n'exigeant aucune surveillance, il suffit de le laisser tourner pendant le nombre d'heures déterminé d'avance pour obtenir la congélation à cœur des mouleaux qui sont plongés dans la cuve à saumure, comme le montrent les figures ci-dessus.

Cette machine pratique est à gaz sulfureux liquéfié à évaporation dans le vide.

Terminons en disant que la température basse, tout en étant le principal, n'est pas le seul élément de conservation des aliments et denrées ; il faut y adjoindre d'autres éléments, tels qu'un degré hygrométrique bien choisi, selon les produits à conserver, et principalement une grande pureté de l'air.

CLÉMENT CASCIANI.

LES MANUTENTIONS MÉCANIQUES DANS LES POSTES AMÉRICAINES

Par Lucien FOURNIER

C'est seulement sous la pression de l'opinion publique, qui se manifeste sous la forme de plaintes enregistrées par les journaux quotidiens, que l'Administration des postes française se décide, de loin en loin, et comme à regret, à introduire le matériel mécanique dans ses services.

Cependant, le nombre des correspondances augmente dans une forte proportion d'année en année ; les opérations de caisses d'épargne, d'envois d'argent, prennent toujours plus d'extension ; de nouvelles charges, de nouvelles fonctions sont introduites dans le service postal; les opérations de banque, entre autres, tendent à universaliser les attributions de la poste, déjà extrêmement nombreuses ; mais les cadres demeurent presque ce qu'ils étaient il y a dix ou vingt ans, et l'introduction du machinisme, qui pourrait faciliter dans une large mesure le travail de comptabilité, ne fait, pour ainsi dire, chez nous, aucun progrès digne de remarque.

FIG. 1.

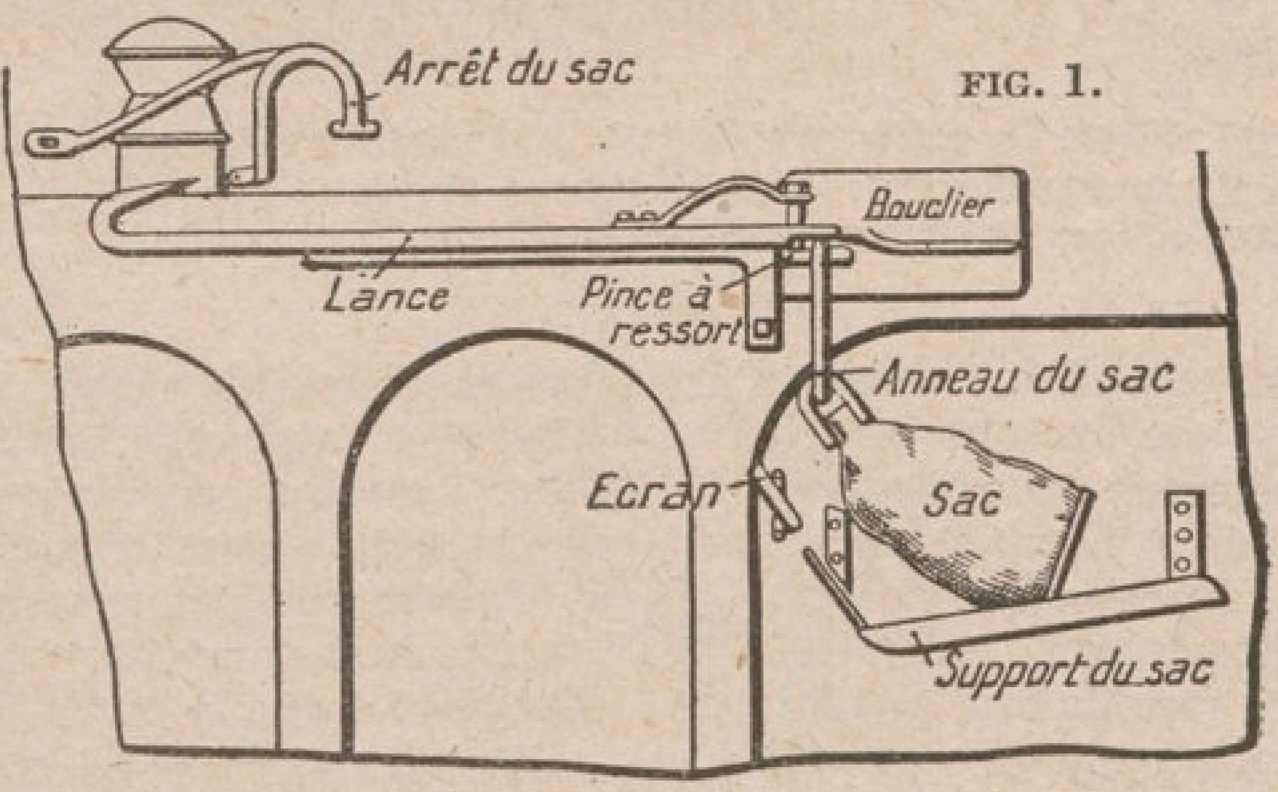
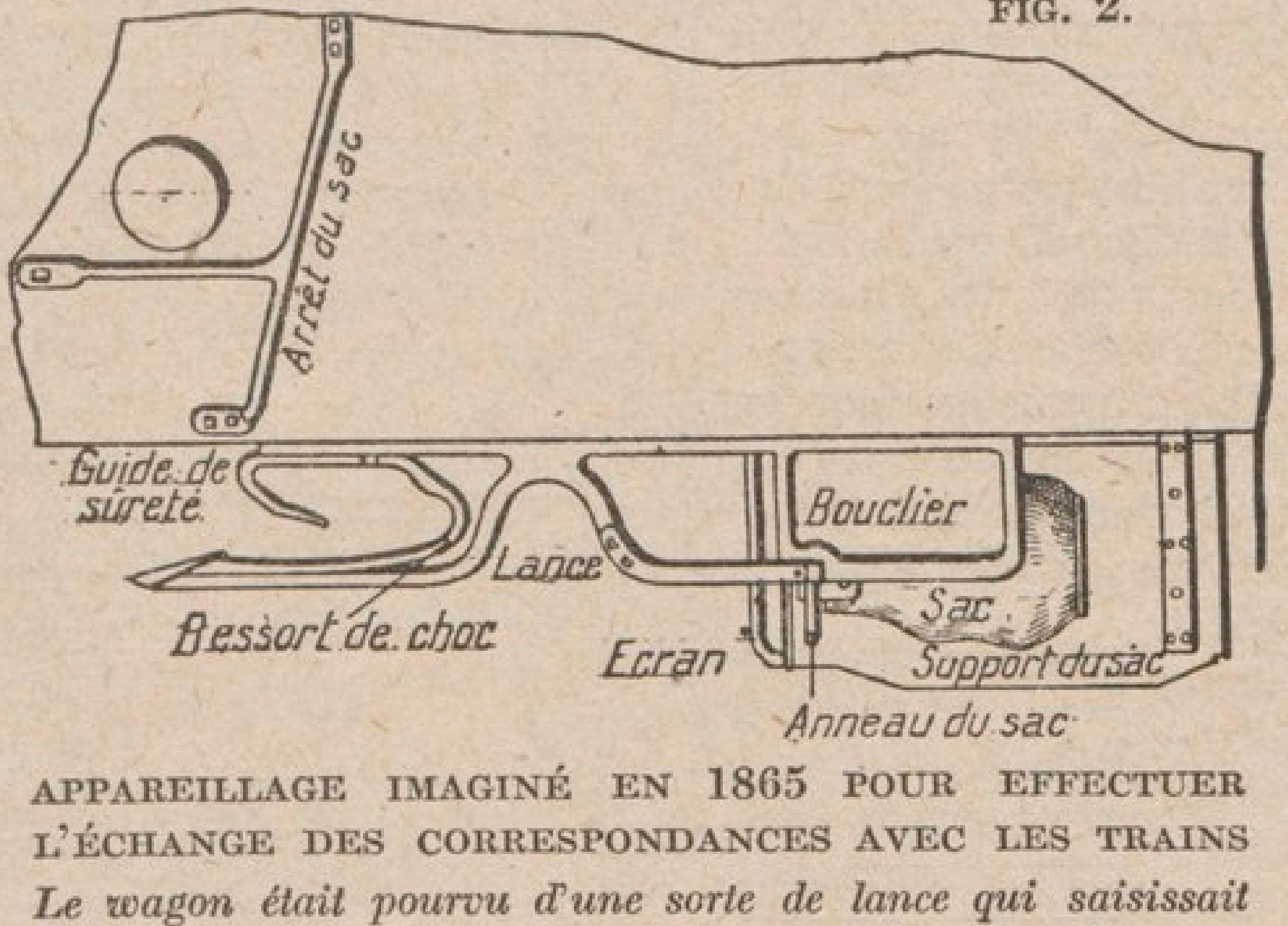


FIG. 2.



APPAREILLAGE IMAGINÉ EN 1865 POUR EFFECTUER L'ÉCHANGE DES CORRESPONDANCES AVEC LES TRAINS

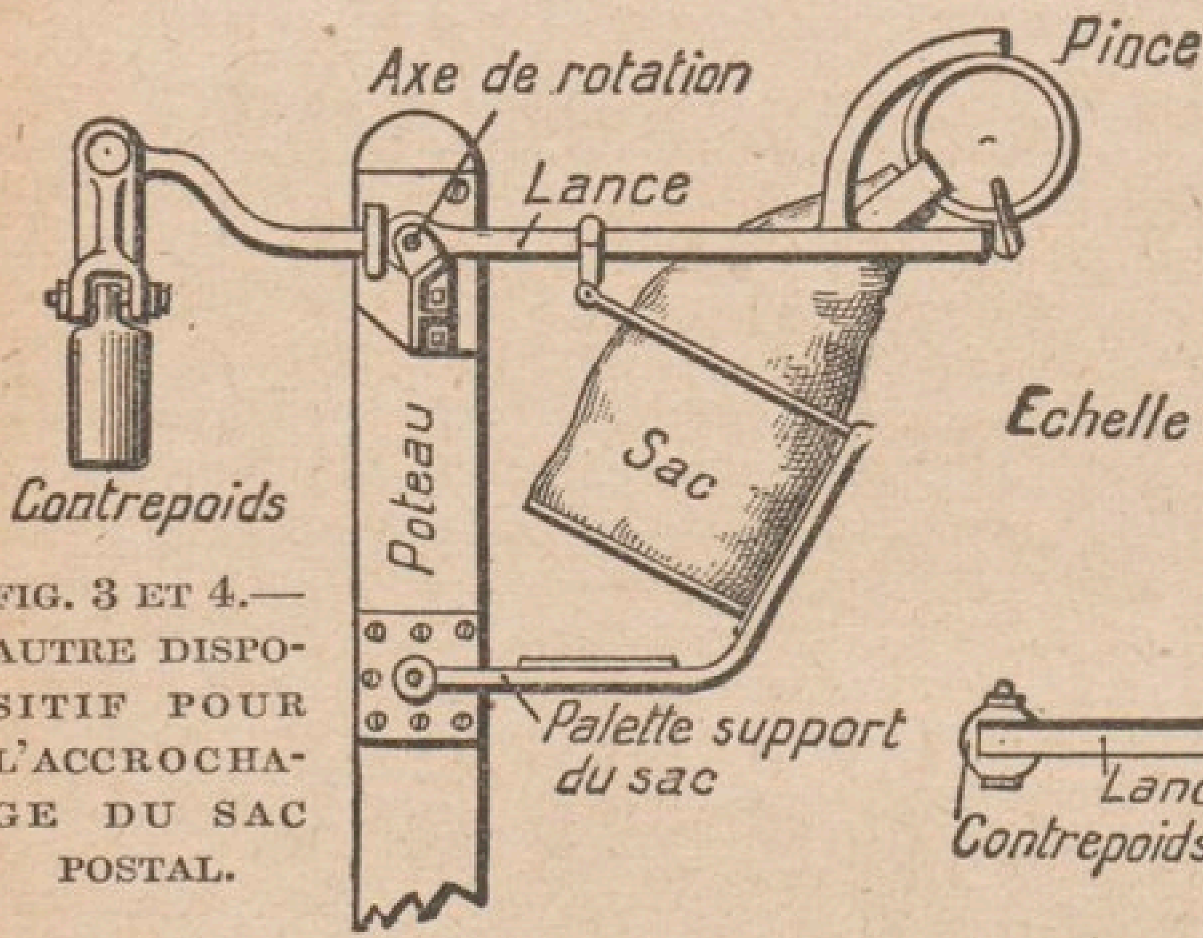
Le wagon était pourvu d'une sorte de lance qui saisissait le sac de dépêches par un gros anneau et l'amenait dans un wagon postal par la porte ouverte.

Peut-être est-il nécessaire de souligner un défaut capital dans notre organisation postale, défaut sur lequel se sont enracinées de fausses manœuvres, des interprétations erronées, sources de difficultés nombreuses, affectant l'exécution du service dans l'intérieur des bureaux ouverts au public.

On considère trop, administrativement, le bureau de poste comme une officine de comptables. En réalité, toutes les opérations effectuées par les guichets ne sont que des opérations de caisse, et le receveur, chef du bureau, ne devrait être autre chose qu'un caissier principal. La comptabilité est affaire d'administration et toutes les opérations qui ne se rattachent pas directement à des mouvements de fonds, c'est-à-dire la vérification des comptes, le contrôle, devraient s'effectuer dans les bureaux administratifs, par essence bureaux de comptabilité. La séparation des deux services déterminerait, dans l'exploitation postale, un immense soulagement en libérant le personnel, presque toujours surmené, de toutes écritures de comptabilité qui, logiquement, ne rentrent pas dans ses attributions.

Si une réforme aussi importante pouvait

s'accomplir chez nous — et rien ne s'oppose à ce qu'elle soit entreprise — et si un machinisme intelligent venait en aide à toutes les manipulations, notre service postal pourrait, naître avec eux, afin de bénéficier de leur expérience. Nous nous sommes extasiés, pendant l'Exposition de 1900, sur le service pneumatique postal aux Etats-Unis, représenté alors par une ligne de quelque dix mètres de longueur capable de véhiculer à grande vitesse, d'un point à un autre d'une ville, des paquets de plusieurs centaines de correspon-



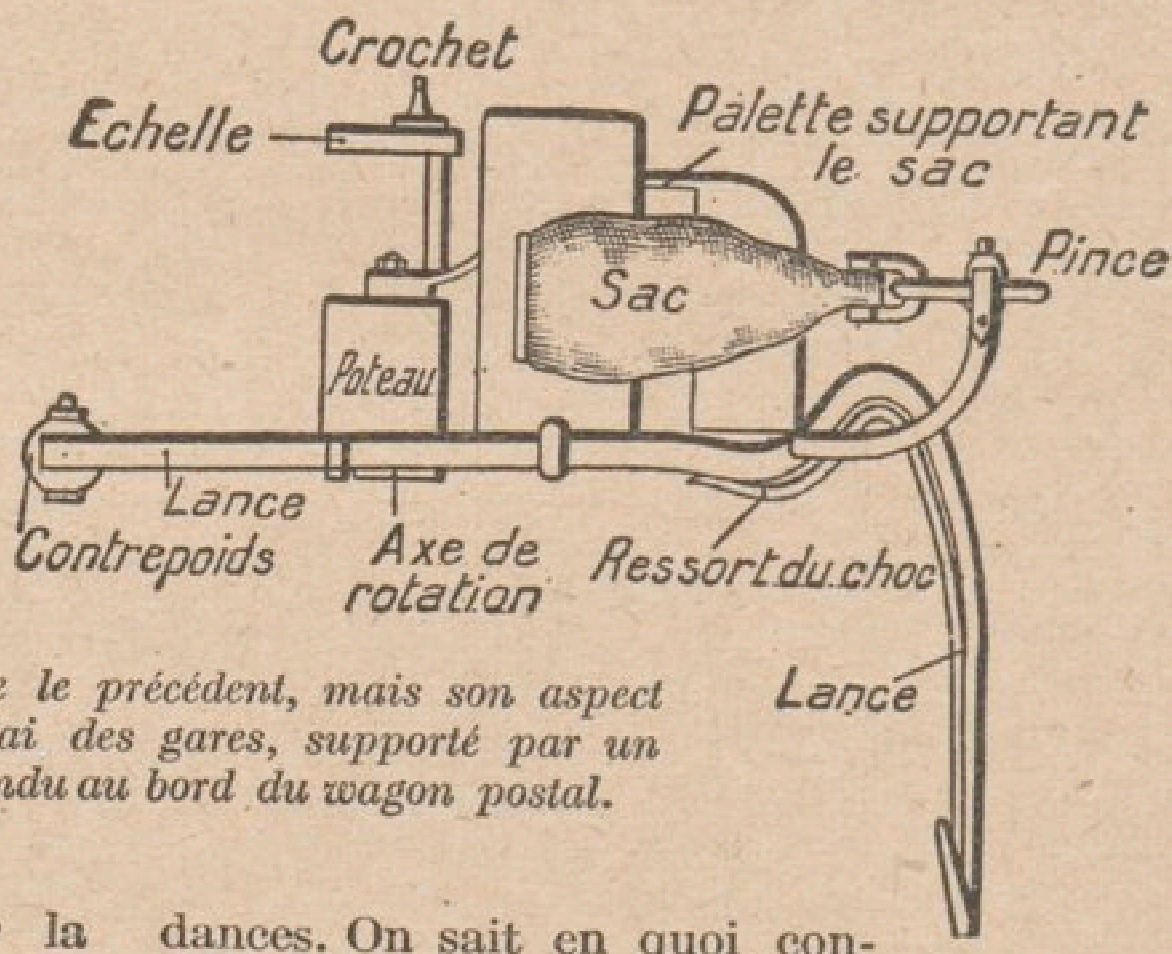


FIG. 3 ET 4.— AUTRE DISPOSITIF POUR L'ACCROCHAGE DU SAC POSTAL.

Le système représenté ici est le même que le précédent, mais son aspect diffère parce qu'il est représenté sur le quai des gares, supporté par un poteau qui présente la lance au sac suspendu au bord du wagon postal.

sans souffrir, sans étouffer, accepter la charge d'opérations de banque multiples, d'opérations de trésorerie, que l'on cherche à introduire, mais dont il est actuellement impossible, à l'exception du chèque postal, d'assurer le jeu normal et régulier.

En étudiant le machinisme postal aux Etats-Unis, nous aurons l'occasion de faire ressortir les avantages que certains appareils apportent dans l'exécution du travail des guichets, tout en libérant le personnel des écritures de comptabilité journalière pour tout ce qui concerne les articles d'argent. Les Etats-Unis ont mis en pratique la séparation des deux services et cette conception leur a permis de grandes économies de personnel. En même temps, l'automaticité, aussi complète que possible, des manipulations postales a placé le service de l'exploitation dans une situation telle qu'il supporte, sans accuser la moindre défaillance, les charges de plus en plus lourdes que lui impose l'intense vie économique américaine.

Cependant, tout n'est pas parfait chez nos alliés ; il est nécessaire de le recon-

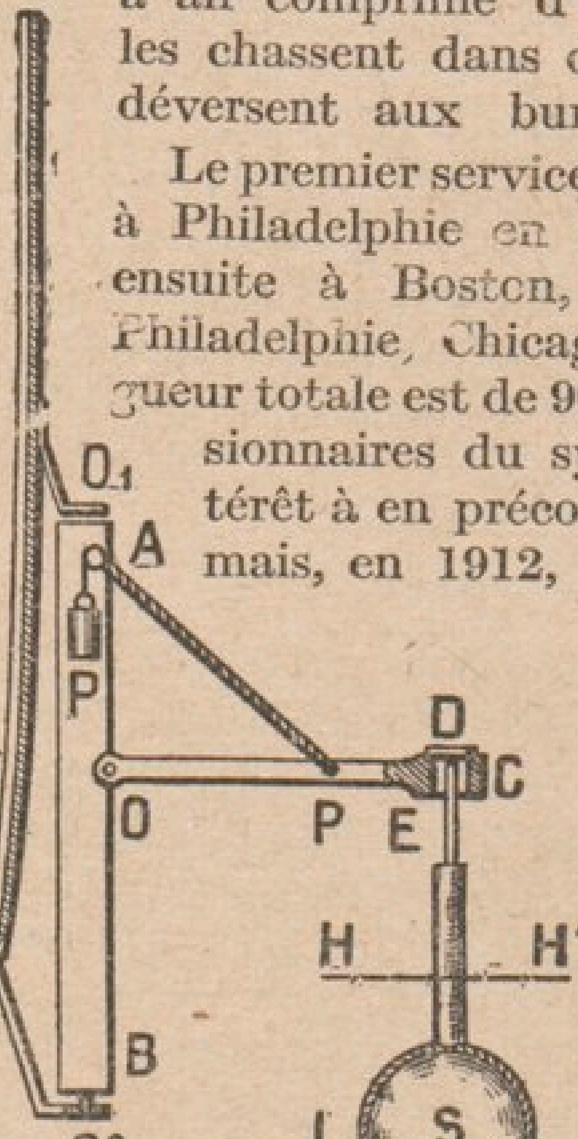


FIG. 5. — SYSTÈME ANGLAIS POUR LE CHARGEMENT ET LE DÉCHARGEMENT DES SACS POSTAUX.

Le sac S, *supporté par une sorte de potence* OC, *rencontre un obstacle, une corde* H H' *qui l'oblige à abandonner sa potence et à tomber dans une sorte de cage représentée par la figure suivante. Il existe un appareil semblable accroché au wagon et un autre à demeure fixé sur le quai.*

dances. On sait en quoi consistent les appareils : les lettres sont enfermées dans des curseurs ; des pistons creux de grandes dimensions, puis des machines à air comprimé d'une certaine puissance les chassent dans des canalisations qui les déversent aux bureaux destinataires.

Le premier service de ce genre fut inauguré à Philadelphie en 1893 ; il s'est étendu ensuite à Boston, New-York, Brooklyn, Philadelphie, Chicago, Saint-Louis. Sa longueur totale est de 90 kilomètres. Les concessionnaires du système avaient tout intérêt à en préconiser le développement, mais, en 1912, une commission d'enquête, instituée par le Congrès, émit des conclusions tout à fait opposées à son extension. Le service pneumatique, est-il dit, n'a pas répondu à l'attente du département des postes et de ses promoteurs, car l'emploi des tubes n'a pas supprimé la circulation urbaine des véhicules postaux ainsi qu'il avait été affirmé par les promoteurs du système. Par contre, l'automobilisme a

montré une supériorite incontestable sur les tubes en raison de sa grande capacité, de sa vitesse et surtout de sa souplesse. On a reproché aux tubes la charge limitée de chaque curseur, la rapidité réduite par l'intervalle de dix secondes obligatoire entre deux envois successifs, la détérioration des objets de correspondance, la paralysie de tout un réseau par l'interruption d'une seule ligne et, enfin, le prix de revient excessif. L'expérience faite aux Etats-Unis nous permet donc d'envisager à sa valeur réelle le service postal automatique et de ne nous engager dans cette voie qu'à bon escient.

Continuons cette étude du transport des correspondances avant d'examiner le service à l'intérieur des bureaux de poste (1).

Les wagons postaux, entièrement construits en acier, offrent plus de sécurité contre l'incendie que les wagons en bois et, en cas de collision, les tôles se ploient, tandis que le bois se brise en éclats dangereux. L'éclairage électrique est assuré à l'aide d'une dynamo actionnée par un des essieux de la voiture. Le plus souvent, la prise en route des sacs postaux s'effectue automatiquement dans les gares peu importantes.

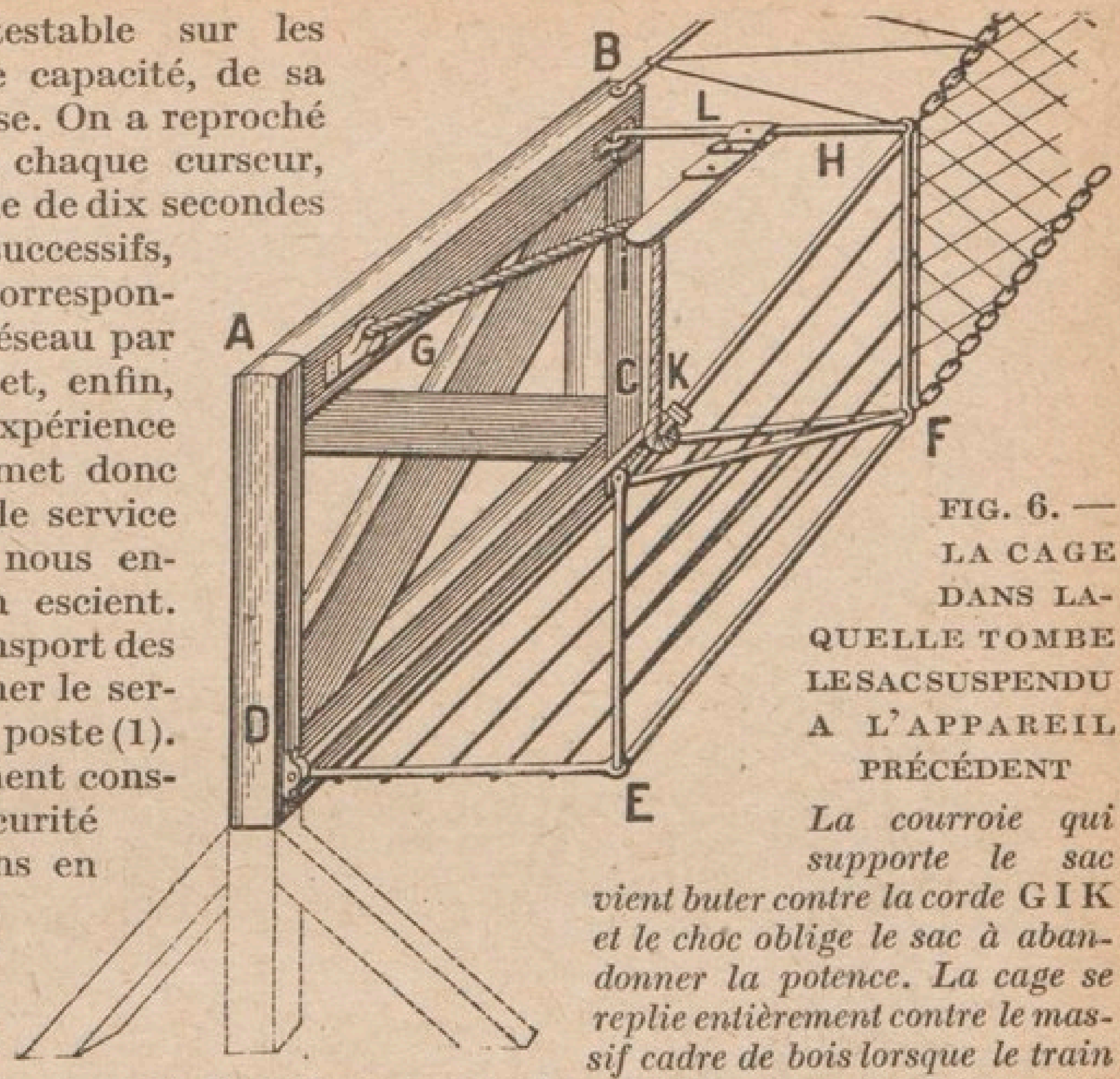


FIG. 6. — LA CAGE DANS LAQUELLE TOMBE LE SAC SUSPENDU A L'APPAREIL PRÉCÉDENT

La courroie qui supporte le sac vient buter contre la corde G I K et le choc oblige le sac à abandonner la potence. La cage se replie entièrement contre le massif cadre de bois lorsque le train est passé. Il exist: un appareil semblable contre la cloison extérieure du wagon postal et un autre sur le quai des gares à desservir.

Il existe plusieurs systèmes de prise automatique de ces sacs ; l'un d'eux est représenté, sur le quai, par une potence à laquelle sont suspendus les sacs pourvus d'un anneau. Au moment où le train approche, un employé du wagon postal agit sur un levier intérieur

(1) D'après le rapport de M. l'Ingénieur en Chef Pomey, chargé de mission aux Etats-Unis, et la conférence faite à l'Ecole supérieure des Postes et Télégraphes, publiée par l'organe spécial du monde postal : *les Annales des Postes et Télégraphes.*

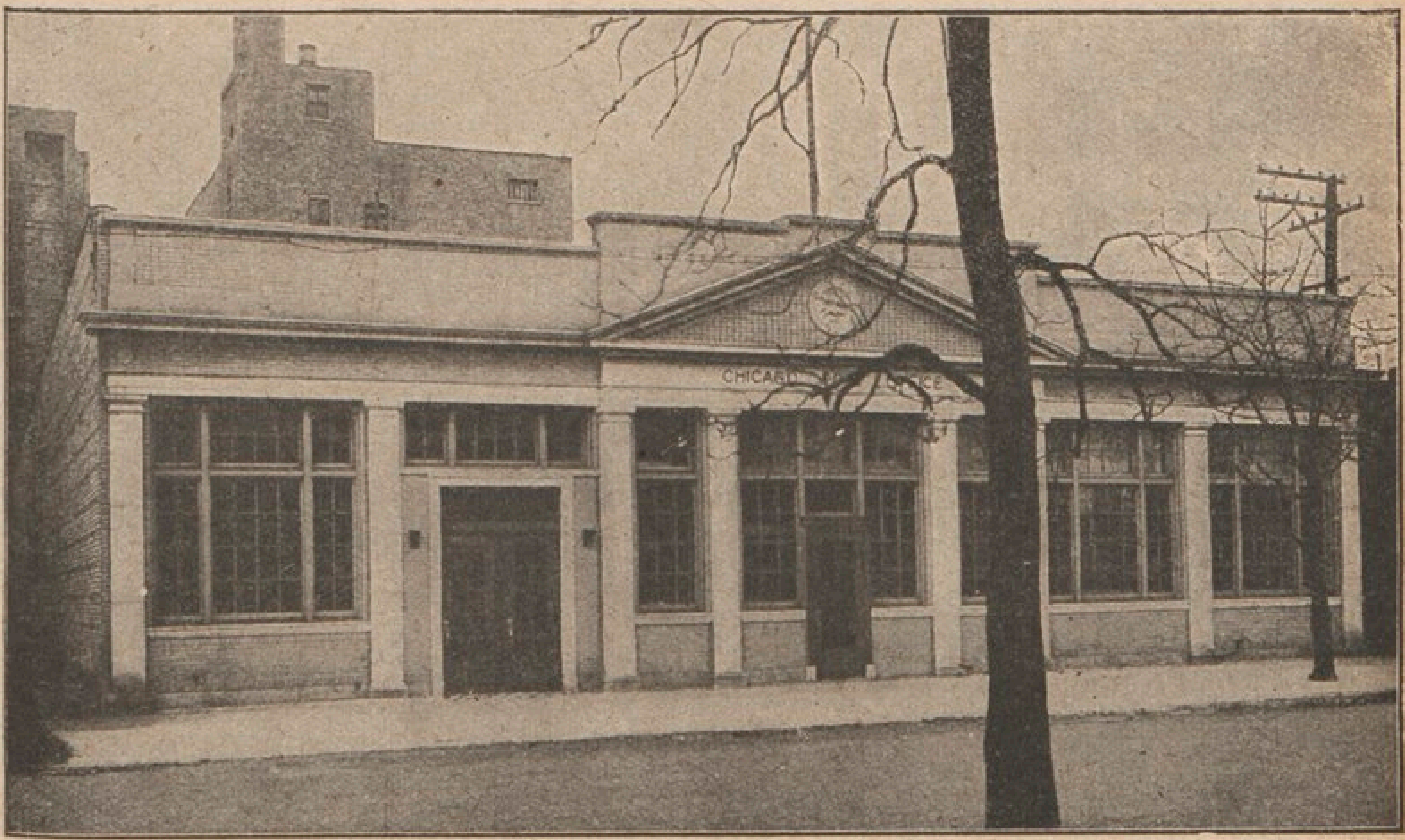


FIG. 7. — FAÇADE D'UN BUREAU DE POSTE DE QUARTIER, DANS LA VILLE DE CHICAGO

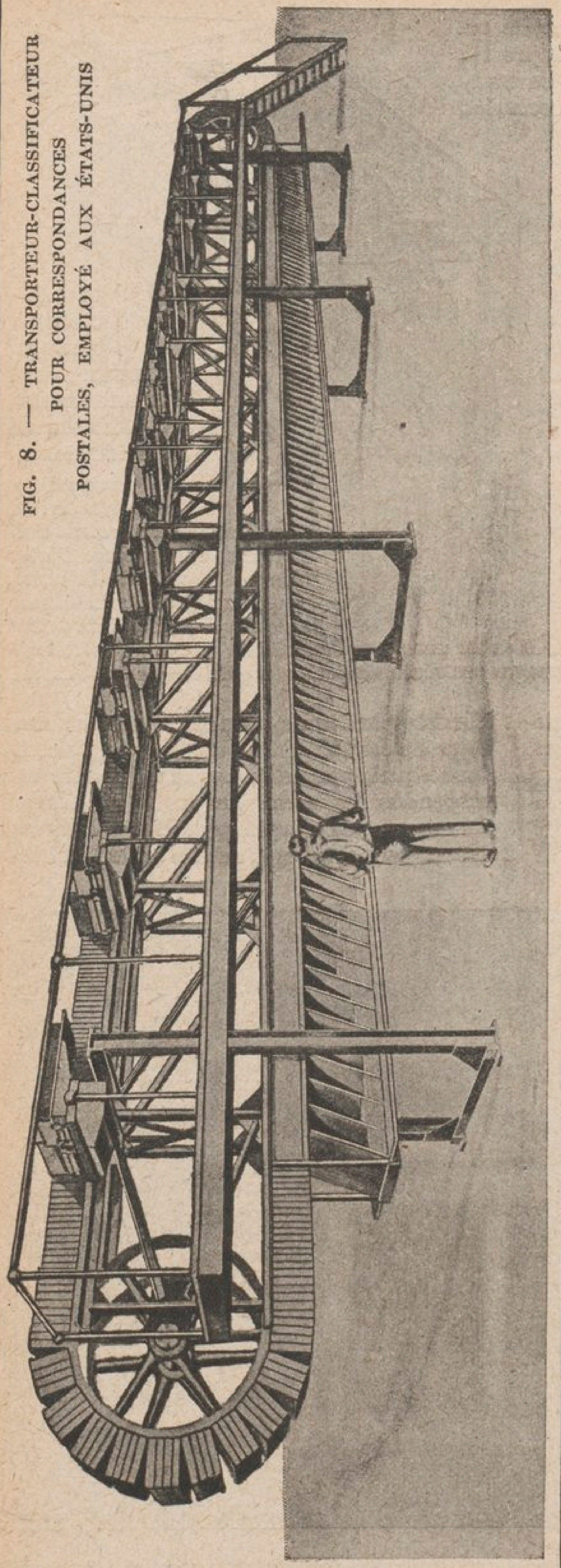


FIG. 8. — TRANSPORTEUR-CLASSIFICATEUR POUR CORRESPONDANCES POSTALES, EMPLOYÉ AUX ÉTATS-UNIS

pour amener un crochet extérieur en face de l'anneau. Le crochet enlève le sac par l'anneau comme à un jeu de bagues, dans un manège.

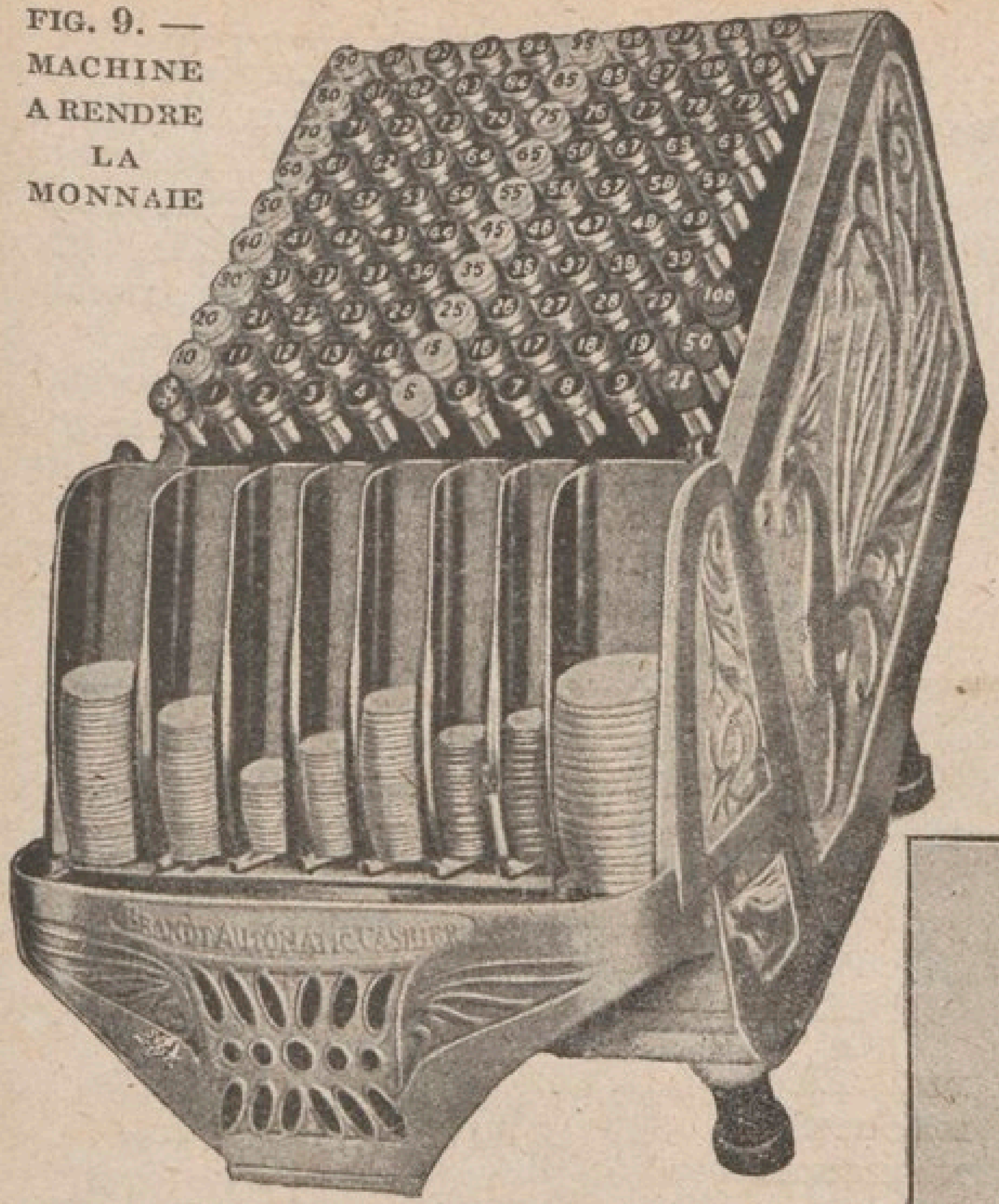
Vers 1865, l'Administration française avait essayé un appareil de ce genre que l'office belge a utilisé pendant de longues années, mais qui fut rapidement abandonné chez nous. Il comportait une sorte de lance horizontale marchant la pointe en avant. Le sac était muni d'un large anneau métallique disposé à la station où le courrier devait être laissé, de manière que l'anneau se présentât bien en face de la pointe de la lance. Un porte-sac sur le wagon et une installation semblable sur le quai permettaient d'effectuer très rapidement les échanges en cours de route. Nos figures 1 à 4 précisent suffisamment le dispositif.

Cette question de l'échange automatique des sacs postaux est assez sérieuse pour nous permettre de décrire le système employé en Angleterre par la Grande Malle du North Western, qui dessert, sans ralentissement, cinquante-cinq des stations de son parcours entre Londres et Aberdeen. Voici comment il a été exposé par MM. Tongas et Ferrière dans les *Annales des P. T. T.*

Auprès d'une portière roulante, à l'extérieur, contre la paroi du wagon, est fixé solidement un tube vertical *A B* (fig. 5) qui tourne sur deux tourillons O_1 et O_2. Ce tube porte en *O* l'articulation horizontale d'un bras mobile *OC*. Au point *p*, près de la tête du bras, est fixée une solide corde à boyau dont l'autre extrémité se rattache à un contrepoids *P* mobile dans le tube vertical. Lorsque le bras *OC* est au repos, il occupe la position verticale, fortement appliqué contre le tube *A B*. L'appareil est donc complètement effacé. La tête du bras *OC* porte une entaille dans laquelle peut prendre place une tige d'acier *D* en forme de T solidaire d'une solide lanière de cuir *E* par laquelle le sac est suspendu au bras vertical.

Lorsque l'ambulant approche de la station à laquelle il doit laisser le sac, un agent, ayant ouvert la porte du wagon, amène le mécanisme devant lui en le faisant pivoter autour

FIG. 9. — MACHINE A RENDRE LA MONNAIE



Les pièces étant empilées dans des sortes de tubes, le receveur frappe la somme à percevoir sur les touches de la machine, et celle-ci rend la monnaie dans la sébile ménagée sur sa face anterieure.

de l'axe O_1, O_2. Il accroche ensuite la tige D du sac au bras OC qui se comporte alors comme une potence, en se plaçant horizontalement sous l'action du poids qui vient d'être appliqué à son extrémité. Afin d'éviter que la pièce D ne sorte de son entaille pendant la manœuvre suivante, trois « chiens » à ressorts, fermés après l'introduction de la pièce, assurent le maintien de la liaison. Au moment opportun, l'agent du train pousse la potence avec la main et le sac avec le pied ; celui-ci tombe dans le vide et demeure suspendu jusqu'au moment où, rencontrant une corde $H H'$, tendue horizontalement et à hauteur convenable, la pression exercée sur cette corde par la vitesse force la pièce D à abandonner la potence. A ce moment, le sac tombe et la potence reprend instantanément la position verticale de repos.

Le sac ne tombe pas sur le quai, lourdement. Il est recueilli par un appareil récepteur que montre schématiquement notre figure 6. Il est constitué par un cadre rectangulaire de bois $A B C D$, porteur d'un encadrement métallique $D E F H$, dont toutes les liaisons sont articulées afin de lui permettre de venir se fermer sur le montage en bois lorsque l'on n'a pas besoin de ses services. La corde $G I K$ est fixée à l'ensemble par deux crochets à ressorts placés en G et en K, qui lui laissent une certaine souplesse au moment du choc. Elle est tendue en forme de V à l'aide d'une courroie $I L$ retenue à la traverse $B H$. La pièce de cuir qui porte le sac vient donc frapper au fond du V contre la courroie ; les ressorts qui, au dispositif du wagon, maintenaient la pièce D dans son encoche cèdent et le sac tombe dans le filet.

Chaque wagon et chaque station de quai porte une double installation semblable, c'est-à-dire un appareil de *prise* de sac et un autre de *laisser* qui,

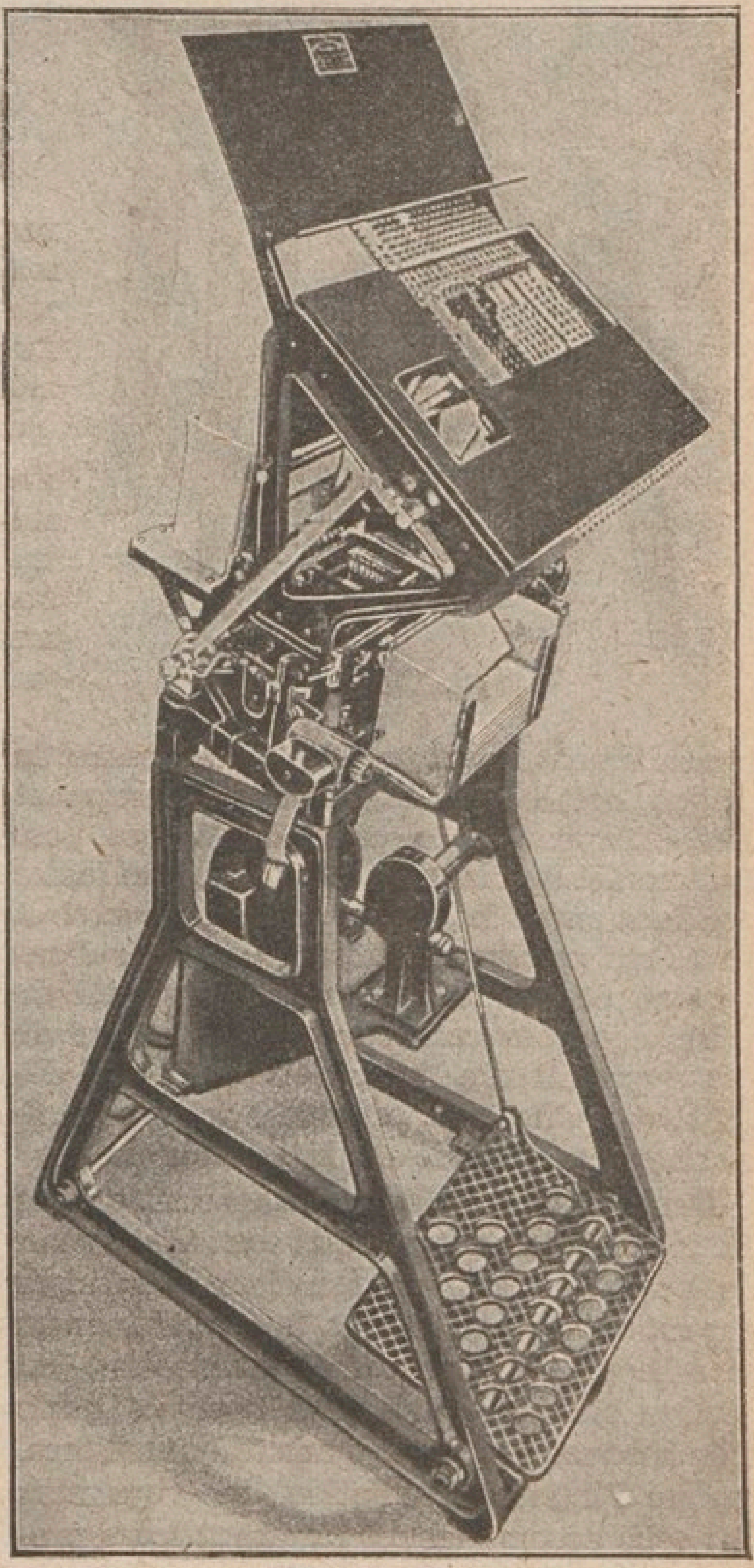


FIG. 10. — MACHINE A PERFORER LES CARTES

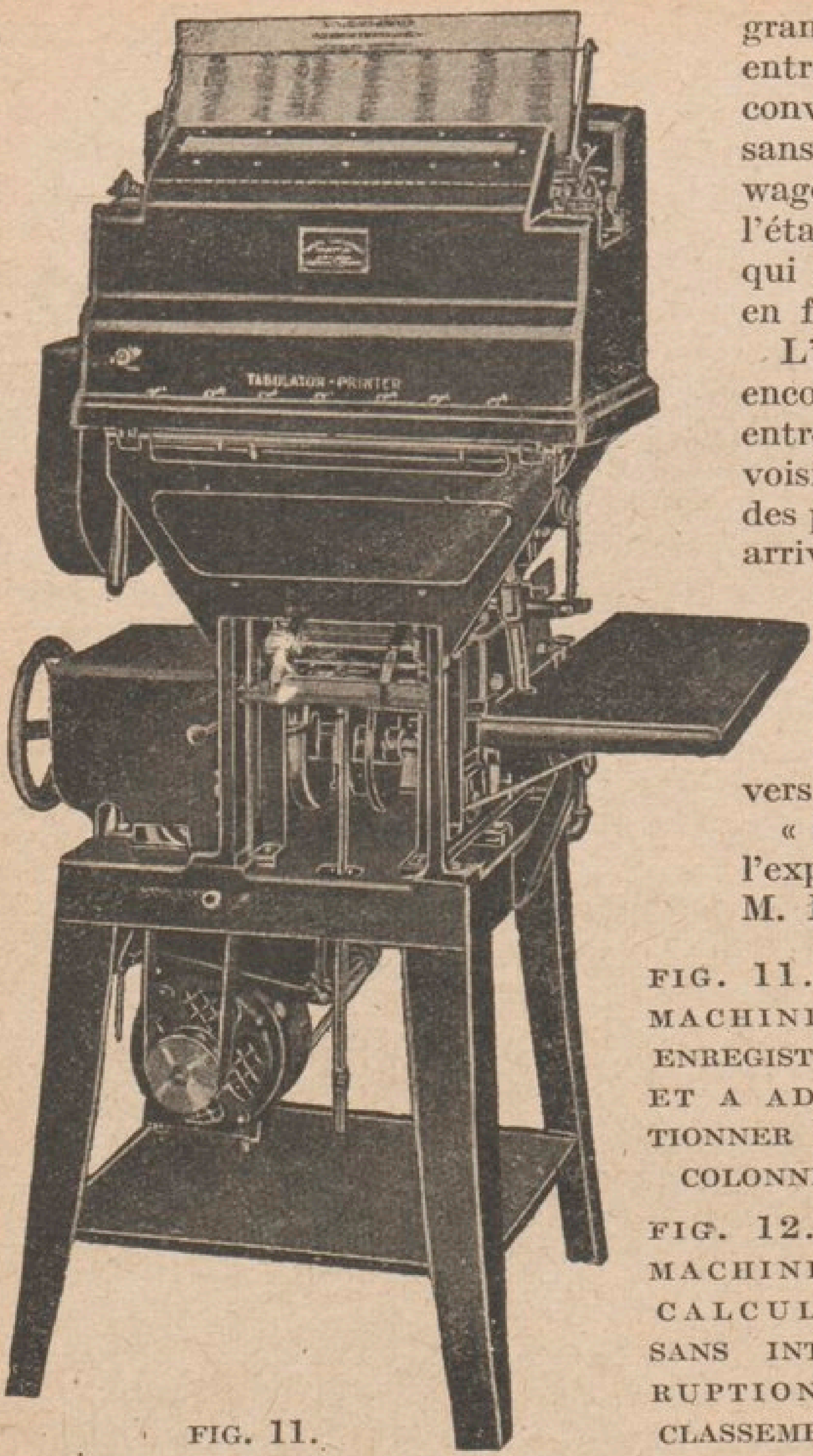


FIG. 11.

grandes gares, à New-York, à Chicago, entre autres, les sacs sont chargés sur des convoyeurs mécaniques, larges courroies sans fin qui aboutissent à la hauteur du wagon. Si le terminus de la courroie est à l'étage supérieur, une hélice reçoit les sacs qui descendent naturellement, par gravité, en face de la porte du wagon-poste.

L'enlèvement des sacs à l'arrivée est encore effectué mécaniquement. A Chicago, entre les deux voies limitées par deux quais voisins, est ménagé un chemin couvert par des plaques métalliques. Dès que l'ambulant arrive, on soulève une de ces trappes en face de la porte du wagon et on y déverse les sacs qui tombent sur une courroie sans fin pour être transportés à un quai où les autos postales les attendent et les acheminent ensuite rapidement vers leurs diverses destinations urbaines.

« C'est un des traits caractéristiques de l'exploitation postale en Amérique, dit M. Pomey, que l'application en grand de

FIG. 11. — MACHINE A ENREGISTRER ET A ADDITIONNER PAR COLONNES

FIG. 12. — MACHINE A CALCULER SANS INTERRUPTION NI CLASSEMENT.

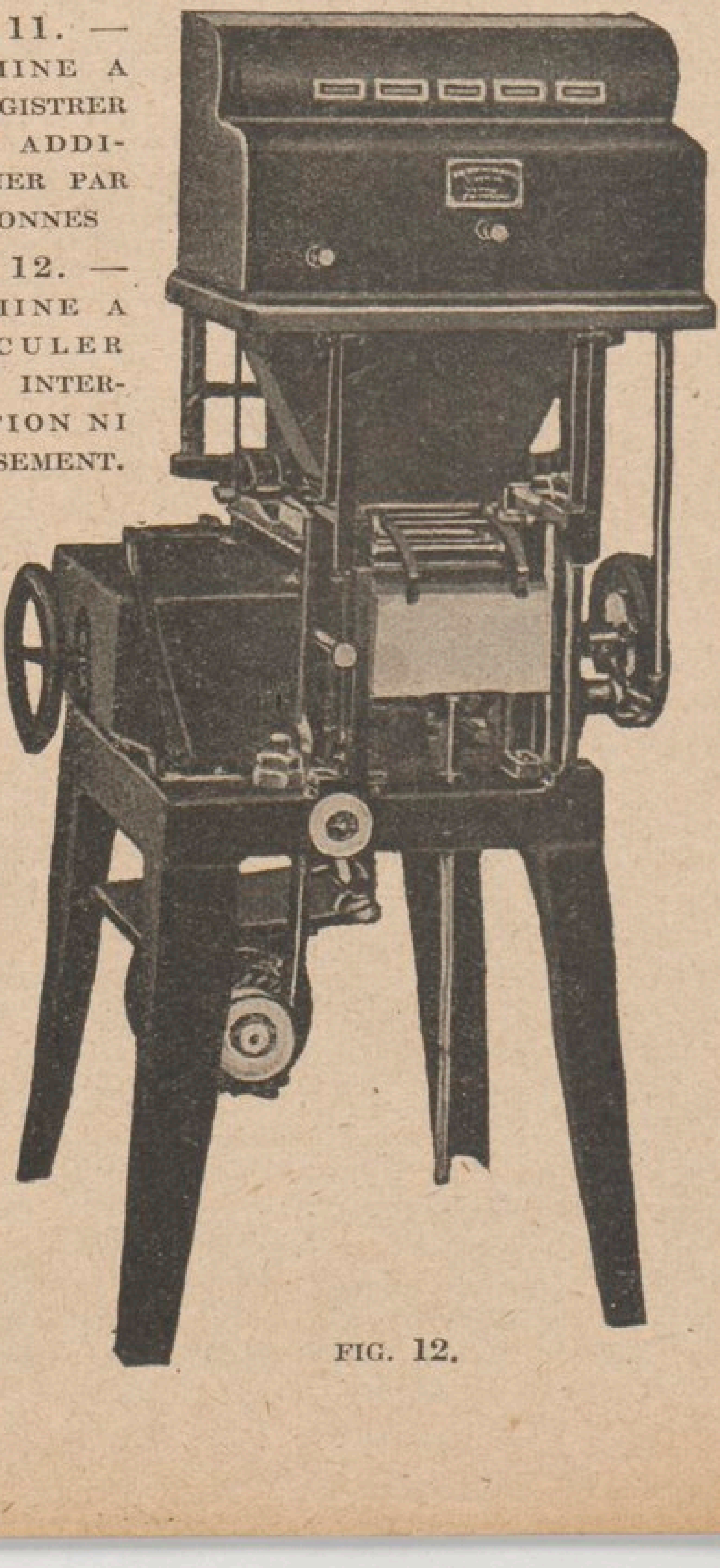


FIG. 12.

normalement, sont repliés soit contre le wagon, soit contre le cadre ou le support fixe. L'appareil de prise du wagon est commandé de l'intérieur à l'aide d'un levier oscillant entre les deux positions *ouvert* et *fermé* qui correspondent aux positions d'ouverture et de fermeture de l'appareil de prise. Ajoutons enfin que la robustesse de ces appareils n'a jamais été mise en défaut et qu'ils sont capables de manutentionner des sacs de 40 kilogrammes.

Dans toutes les gares importantes des Etats-Unis, les sacs postaux sont chargés sur des wagonnets à propulsion électrique dirigés par un convoyeur, debout, à l'arrière, sur un marchepied. Le bureau de gare étant, en général situé de plain-pied avec les quais d'embarquement et ces quais toujours libres, malgré l'intense circulation des voyageurs (les colis accompagnent rarement leurs propriétaires), le chariot file très rapidement en face du wagon-poste. Dans certaines

tous les moyens mécaniques de transport, et l'on ne peut résister à l'émerveillement. »

Visitant le bureau de Chicago, l'ingénieur en chef français est surtout intéressé par l'ingéniosité des solutions : « On admire les mécanismes, la nature des courroies, des tapis, des rouleaux, les serrures automatiques qui s'ouvrent aux stations voulues ; on suit le mouvement de ces chariots qui se promènent au-dessus des trémies où ils déversent les correspondances et dont les allées et venues sont combinées pour égaliser le travail des divers employés des tables de relevage. Plus loin, ce sont des boîtes que les tapis roulants emportent; ailleurs, l'employé jette à la volée sur un tapis en marche les lettres qui sont pour un autre service ; un écran placé de l'autre côté arrête la lettre dans son vol si elle est lancée trop haut et la fait retomber sur le tapis mobile. »

L'aménagement de l'office de la poste centrale de Chicago a, d'ailleurs, été conçu en vue de l'établissement du machinisme. « C'est un palais qui forme une croix grecque ; au centre, une coupole surmontant une grande salle des pas-perdus ; tout autour de ce hall, des balustrades bordent des promenoirs qui font communiquer les étages avec les escaliers et les ascenseurs. Les opérations postales de manutention sont confinées au sous-sol et au rez-de-chaussée. Pas de cour pour les fourgons. Sur un des trottoirs extérieurs, de grands coffres monumentaux, en métal orné, s'ouvrent pour les initiés ; c'est par là que les voitures font tomber les sacs, les colis postaux, etc. Cette matière postale se rend par une glissière sur des courroies ; un premier tri s'opère. L'ensemble est, en général, remonté automatiquement par des élévateurs à godets. Du sommet, les objets divers de correspondance iront à leurs sections de manipulation respectives ; ils pourront, le plus souvent, suivre la gravité.

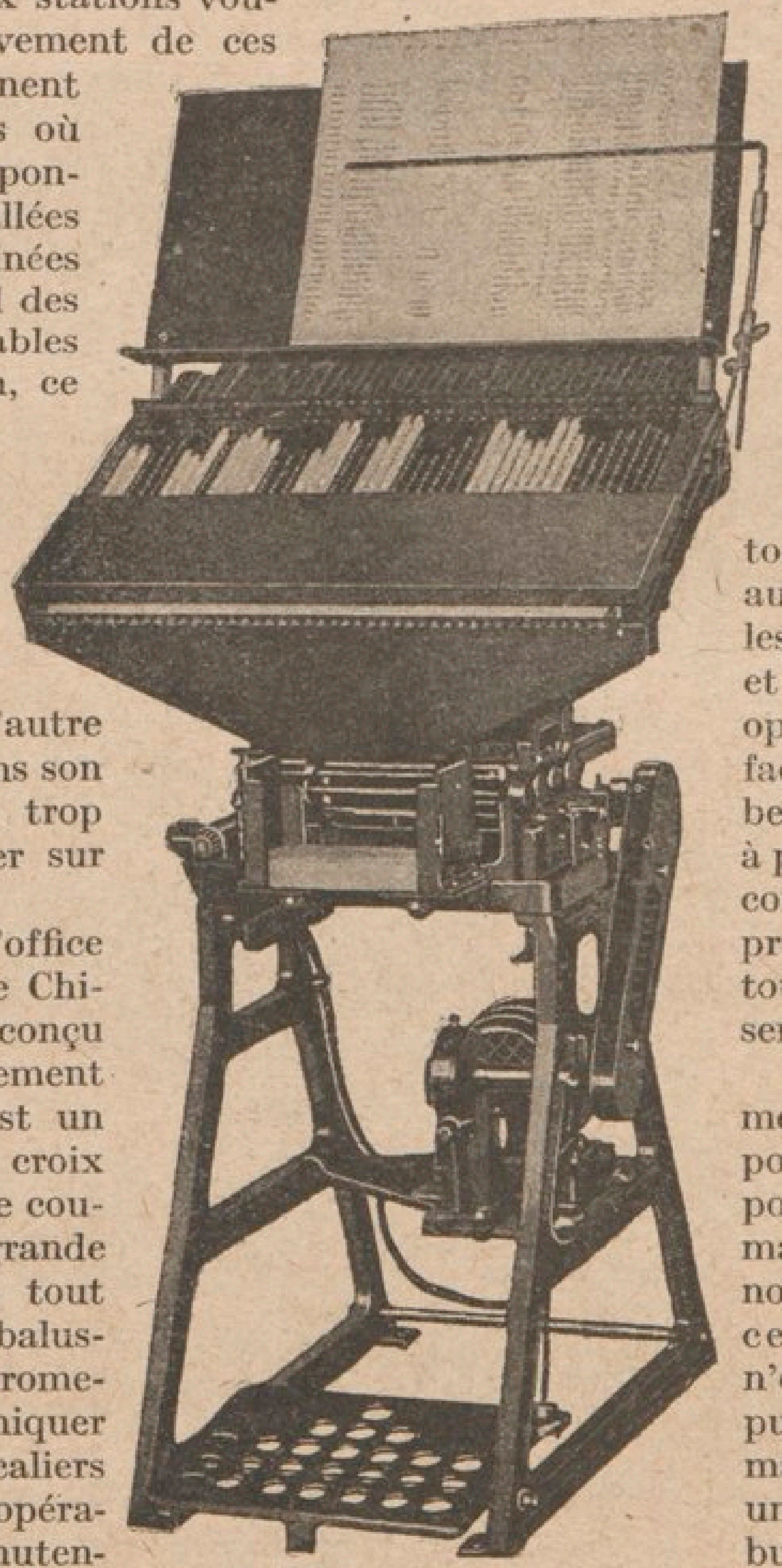


FIG. 13. — AUTRE SYSTÈME DE MACHINE A PERFORER

« Mais, à la réflexion, quand on voit que chaque employé reste immobile à sa place, que l'on n'a pas seulement supprimé les corbeilles, mais encore presque toutes les allées et venues, quand on se rend compte de la séparation des circulations concernant les objets recommandés, les lettres, les journaux et les colis postaux, et qu'on s'aperçoit que tous les cas particuliers ont été prévus, on cesse de porter son attention sur les solutions si diverses que l'ingénieur-mécanicien a réalisées et qui dépendent d'une technique qui n'a rien de particulièrement postal, et l'on reporte son intérêt sur les travaux préparatoires qui incombaient aux autorités postales lorsqu'elles ont eu à faire l'analyse et la synthèse de toutes les opérations de circulation de façon à concevoir tous les besoins de l'exploitation et à poser aux constructeurs de convoyeurs mécaniques des problèmes bien adéquats à toutes les exigences d'un service postal intensif. »

Le problème du transport mécanique de tous les objets postaux est donc nettement posé et solutionné d'une manière banale, oserons-nous dire, puisque, dans cette vaste usine, rien n'existe qui ne soit ou ne puisse être utilisé dans un magasin de nouveautés, dans une maison de banque. Le bureau de poste a été érigé en vue de l'emploi du mécanisme intensif et les appareils ou systèmes mis en œuvre ne sont que l'adaptation aux manipulations postales de procédés existants.

A l'intérieur du bureau de poste, près des agents et à leur disposition immédiate, existe tout un lot de machines qui, elles aussi, ne sont pas des machines purement postales, mais apportent dans l'exécution du travail de chacun une aide considérable. Nous citerons, en premier lieu, les machines Flier, à timbrer les lettres, également en usage dans quelques bureaux français, mais que tous — du moins les plus importants — devraient

posséder. Voici ensuite une machine à ficeler les paquets de correspondance mise à la disposition d'un groupe d'employés. Elle est montée sur un chariot mobile sur des galets ; un sous-agent la conduit près de l'employé qui en a besoin. Elle étend ses bras, entoure de ficelle le paquet de lettres, le fait tourner sur lui-même, et noue solidement les deux bouts. Que de temps économisé grâce à cette très curieuse machine !

Les Américains ont solutionné à l'excès, pourrions-nous dire, le problème de la manipulation mécanique de la monnaie ; il existe un nombre considérable de machines capables d'effectuer toutes les opérations de caisse avec, est-il besoin de le dire, une scrupuleuse exactitude. Toutes comportent des tubes verticaux toujours approvisionnés de monnaie ; en monnaie française, nous aurions, par exemple, des piles de pièces de 2 francs, de 1 franc, de 0 fr. 50, de 0 fr. 25, de 0 fr. 10 et de 0 fr. 05. Sur la partie supérieure, un clavier comportant un nombre de touches variables permet d'effectuer toutes les opérations. Dans celle à rendre la monnaie, par exemple, il suffit d'abaisser les clefs correspondant à la somme à encaisser pour que la machine laisse échapper dans une poche ménagée à l'avant la somme à rendre sur 5 francs. Ainsi, l'employé ayant à encaisser 0 fr. 55, effectuera la combinaison 55 sur les clefs et la machine rendra deux pièces de 2 francs, une pièce de 25 centimes et deux pièces de 10 centimes. (Fig. 9.)

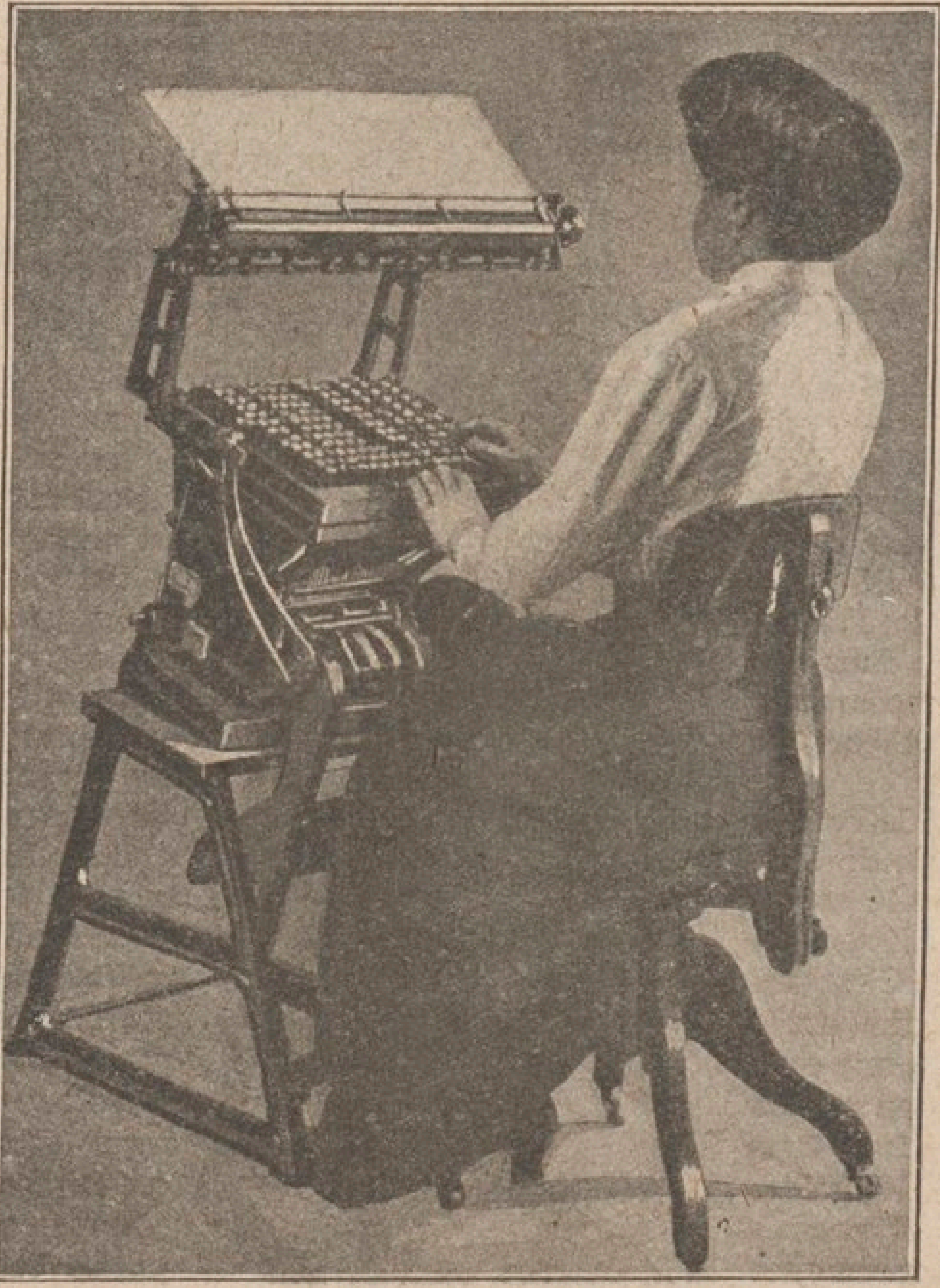


FIG. 14.— MACHINE A PERFORER LES CARTES DE RECENSEMENT AUX ÉTATS-UNIS

Enfin, tous les guichets sont pourvus de machines à écrire et à additionner. En France, on a commencé l'introduction de machines à additionner dans les bureaux de poste. (Fig. 11 et 12.) Cette application doit se généraliser.

Mais voici qui est mieux : c'est la machine automatique à faire le tri des lettres dont *La Science et la Vie* a déjà publié une photographie dans un précédent numéro. On sait en quoi consiste le tri dans les bureaux de poste. L'employé, debout en face d'un casier souvent étendu, place, les unes après les autres, les correspondances dans leurs cases respectives d'après leur destination. Beaucoup d'erreurs sont commises, des fausses directions, que l'employé connaissant le mieux la géographie, ne peut éviter, surtout dans les moments de presse, à l'heure du départ des courriers. Le principe de ce tri mécanique repose sur le numérotage du nom de la ville destinataire ou de l'ambulant qui doit acheminer la correspondance.

A Chicago, où M. Pomey a vu la machine en essais, le tri se fait en trois temps : d'abord l'Etat, puis la ville centre de distribution, et la destination finale. Les deux premières opérations de tri sont effectuées par la machine, qui autorise deux cent quatre-vingt-quatre combinaisons. (Figure 15.)

Un tableau a été dressé, comportant autant de cases qu'il y a d'Etats dans l'Union et dans chacune d'elles figurent quatre noms de villes, par ordre d'importance. Sur un clavier, l'employé peut effectuer les combinaisons numériques qui correspondent à l'Etat et à l'une ou l'autre des quatre villes inscrites

dans la case. A ces deux cent quatre-vingt-quatre combinaisons correspondent donc deux cent quatre-vingt-quatre cases de tri.

Les lettres sont placées par paquets dans un margeur automatique, en face du clavier devant lequel est assis l'employé. Se basant sur la destination portée par la lettre, il fait une combinaison. Chaque touche commande un aiguillage ; l'ensemble étant enregistré par les organes mécaniques de la machine, la lettre est lancée dans une glissière qui l'introduit dans un portefeuille ouvert. La combinaison a eu pour effet d'armer la serrure de ce portefeuille qui se ferme et ne s'ouvrira qu'en présence d'une combinaison complémentaire, laquelle est portée par le casier où sera introduite la lettre.

Les portefeuilles sont solidaires d'une chaîne sans fin continuellement en mouvement ; ils déversent leur contenu dans la case correspondant au numéro de la combinaison. Notre photographie, qui représente cette originale machine, a été prise avec un employé classant les lettres ; en réalité, plusieurs peuvent participer au tri, grâce à une sorte de distribution automatique qui s'exerce sur les portefeuilles vides passant devant les employés. Le prix de l'appareil est élevé ; avant d'en préconiser l'usage dans les bureaux français, il est prudent d'attendre ce qu'aura décidé le Post-office américain.

Nous signalerons ensuite, sans nous y arrêter, les boîtes aux lettres, qui appartiennent à plusieurs types, mais sont toujours de fortes dimensions, afin de leur permettre de recevoir les enveloppes de très grand format ; elles comportent un mécanisme qui isole le récipient de l'extérieur et que le public fait fonctionner lui-même avec une très grande facilité, en manœuvrant une poignée.

Par contre, le machinisme introduit dans le service des articles d'argent constitue un tel progrès et entraînerait une telle révolution en France, que nous croyons devoir nous arrêter assez longuement sur le matériel américain, qui est vraiment curieux.

FIG. 15. — APPAREIL POUR FAIRE MÉCANIQUEMENT LE TRI DES LETTRES
(Une photographie à peu près semblable a paru, isolément, dans le numéro 37 de *La Science et la Vie*.)
Cette curieuse machine permet à l'agent trieur de diriger les lettres dans leurs cases respectives sans se déplacer. Les noms des villes ont un numéro d'ordre que l'employé tape sur un clavier. La lettre se rend aussitôt dans un portefeuille ouvert qui suit une chaîne sans fin et la dépose, grâce à un ingénieux mécanisme, dans une case ayant le numéro frappé sur le clavier.

En effet, les méthodes de travail adoptées par le Post-office frappent vivement le visiteur étranger initié à nos habitudes administratives. Ces méthodes résident dans l'emploi systématique de machines pour effectuer les rapprochements et les contrôles : machines à classer et machines à additionner.

Tous les bureaux importants envoient, chaque jour, à l'auditeur chargé de les apurer, leurs comptes, accompagnés des mandats dont le paiement a été effectué. Autrefois, aux Etats-Unis, et aujourd'hui, encore, en France, il se passait parfois plus d'une année avant l'apurement du compte des receveurs pour les mandats émis ; les erreurs étaient nombreuses et le travail exigeait une moyenne de sept employés par million de mandats. En 1910, l'introduction des machines à additionner abaissa le nombre des employés à cinq et demi par million de mandats. Deux ans après, le 1er juillet 1912, le comptage électrique fut institué et chaque million de mandats n'exige plus, pour l'apurement des comptes, que deux employés trois quarts. En même temps, on a observé que le système mécanique permet de déceler 100 % de plus d'erreurs qu'avec le système manuel.

La base du système repose sur l'établissement d'une petite carte sur laquelle on inscrit, sous la forme de perforations, toutes les indications utiles à la vérification. Les trois principales opérations : vérification du montant du mandat, classement des cartes par Etat de l'Union, par bureau et par ordre numérique, et enfin, vérification des taxes perçues, appartiennent au service spécial de la comptabilité électro-mécanique.

Les opérations nécessitent l'introduction de trois sortes de machines : perforatrices (2.500 cartes par jour), machines électriques à additionner par colonnes (30.000 à 40.000 cartes par jour), classeurs électriques (100.000 cartes par jour et parfois davantage).

Les machines à perforer ne présentent aucune particularité. Chacun connaît le principe sur lequel elles reposent : des poinçons, commandés par des leviers, actionnés par des touches, enlèvent de la carte, aux endroits voulus, des rondelles de carton pour y laisser les empreintes, les perforations représentatives des nombres. (Figure 16 ci-dessous.)

Les classeurs de cartes méritent toute notre attention. Il en existe plusieurs modèles : la classeuse Hollerith, en usage à la poste à Washington et une autre plus récente inventée par M. Powers. Nous allons décrire cette dernière d'après les documents rapportés par M. Pomey. (Fig. 17, page suivante.)

La machine comprend un margeur automatique à magasin où l'on introduit les cartes perforées par paquets ; un combinateur qui interroge les cartes au moyen d'aiguilles passant à travers les trous ou bien qui sont arrêtées par le carton ; enfin, un système spécial d'aiguillage qui classe dans des casiers les cartes interrogées.

Les cartes comportent dix lignes horizontales, la première ligne étant numérotée zéro, et un nombre variable de colonnes verticales consacrées chacune à une inscription spéciale. La première colonne, celle de l'année, n'a qu'un chiffre, le dernier (3 pour 1913, par exemple) ; celle des mois a un ou deux chiffres, mais, quel que soit le mois, il est tou-

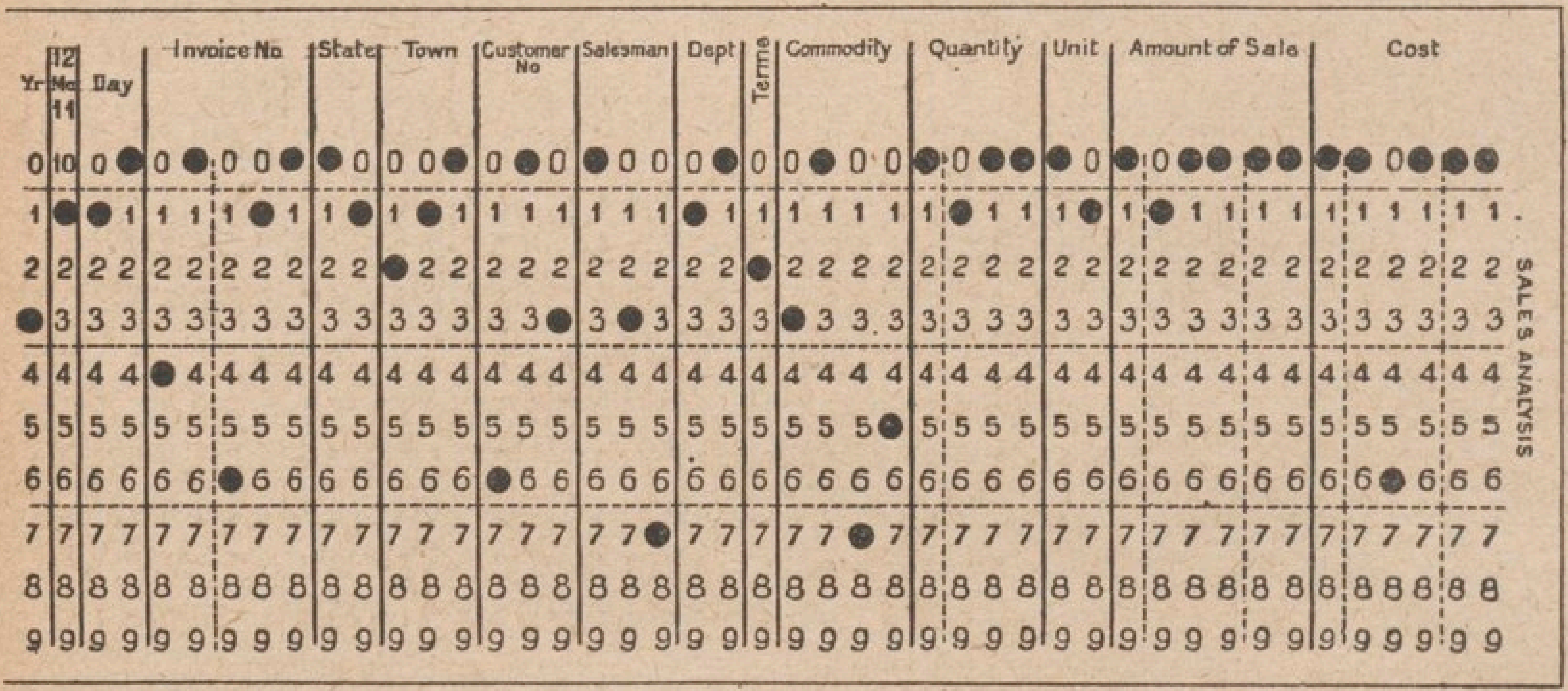


FIG. 16. — MODÈLE DE CARTON PERFORÉ UTILISÉ DANS LA MACHINE A CLASSER ET A ADDITIONNER DU SYSTÈME POWERS

jours représenté par une perforation unique. Deux colonnes sont affectées aux jours ; six colonnes aux sommes inscrites, le maximum : 9.999 fr. 99 étant suffisant pour représenter les valeurs postales, etc. On remarque, sur la carte que nous reproduisons, que le zéro intervient dans toutes les perforations pour compléter la combinaison ; un nombre de deux chiffres porté sous une rubrique comportant quatre colonnes, par exemple, sera complété par deux peforations zéro avant les deux chiffres : 0024 pour donner le nombre 24. Une carte représen tant un mandat por tera les indications suivantes : numéro d'ordre, date, numéro de la ville où il a été émis, numéro de la ville où il a été payé, somme, droits perçus, c'est-à-dire le signalement complet du mandat. Dans le cas où l'opérateur aurait omis une perforation, une colonne supplémentaire lui permet de réparer son oubli.

La machine est actionnée par un moteur électrique d'un quart de cheval qui fait tourner rapidement un arbre de commande, lequel transmet son mouvement, par l'intermédiaire d'une roue dentée, à un arbre dit des cames. Celui-ci constitue l'organe essentiel, chacune des cames qu'il actionne étant attribuée à l'exécution rigoureuse d'une des nombreuses fonctions de la machine.

On introduit un paquet de cartes dans le magasin supérieur de la machine, qui se met en marche lorsque l'opérateur appuie sur un bouton. Aussitôt, un chariot actionné par une came et portant un couteau moins épais qu'une carte, exécute un mouvement de va et vient et chasse la carte inférieure à travers une fenêtre qui la conduit entre deux rouleaux tournant en sens inverse. Ceux-ci la poussent dans un combinateur automatique où elle est immobilisée momentanément par une plaque d'arrêt.

Sur la carte peut alors se promener un châssis portant douze chercheurs ou aiguilles capables d'explorer toutes les colonnes de la carte dans le sens de la longueur, c'est-à-dire de gauche à droite (la carte ne porte que dix lignes, mais on a été obligé d'ajouter deux lignes supplémentaires dans la colonne des mois). Les chercheurs sont amenés à la main au-dessus de la colonne que l'on désire explorer et descendent sur la carte. Onze sont arrêtés par le carton et un seul passe au travers, par la perforation. La sélection est alors opérée. Il s'agit de la fixer.

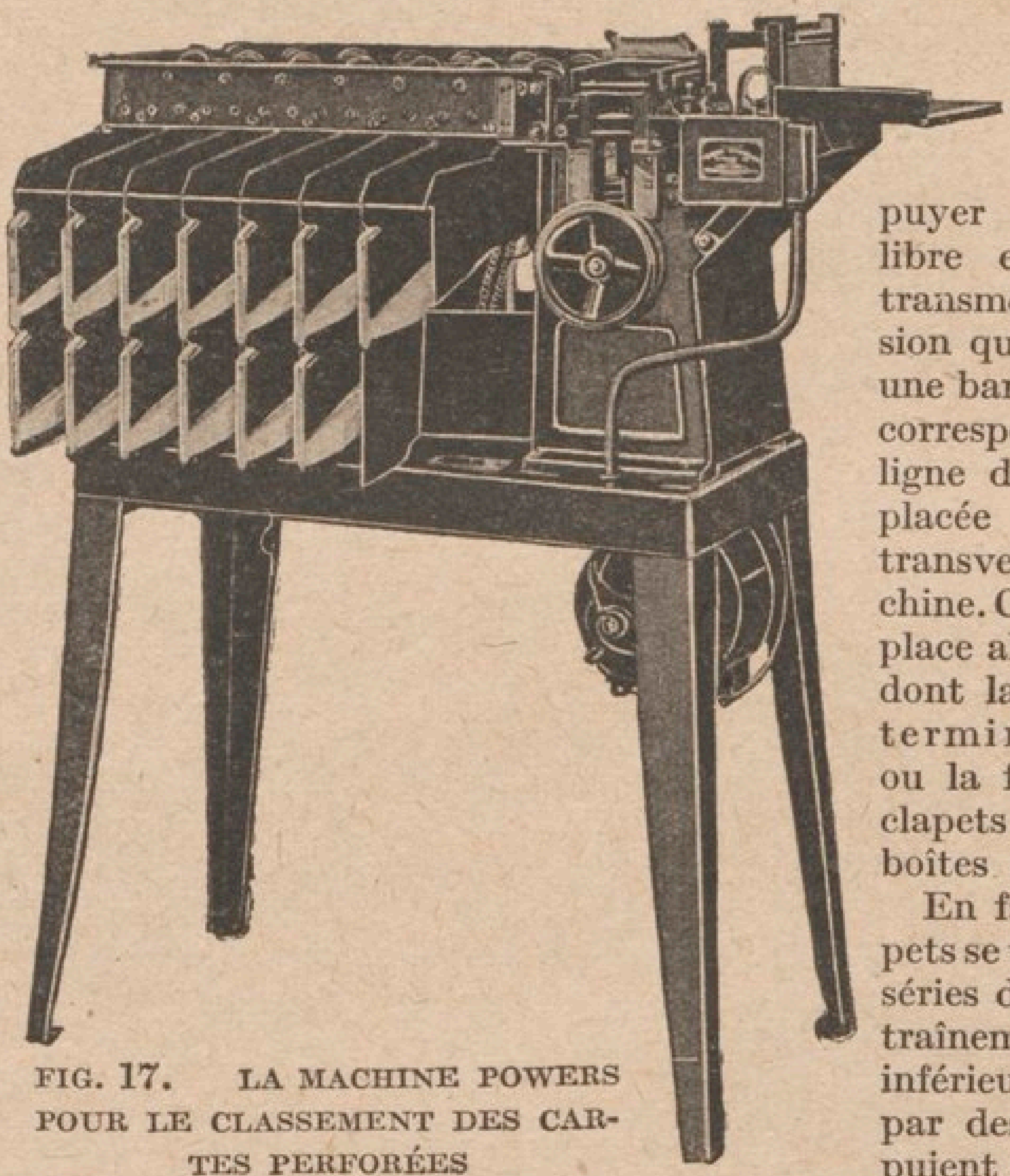


FIG. 17. LA MACHINE POWERS POUR LE CLASSEMENT DES CARTES PERFORÉES

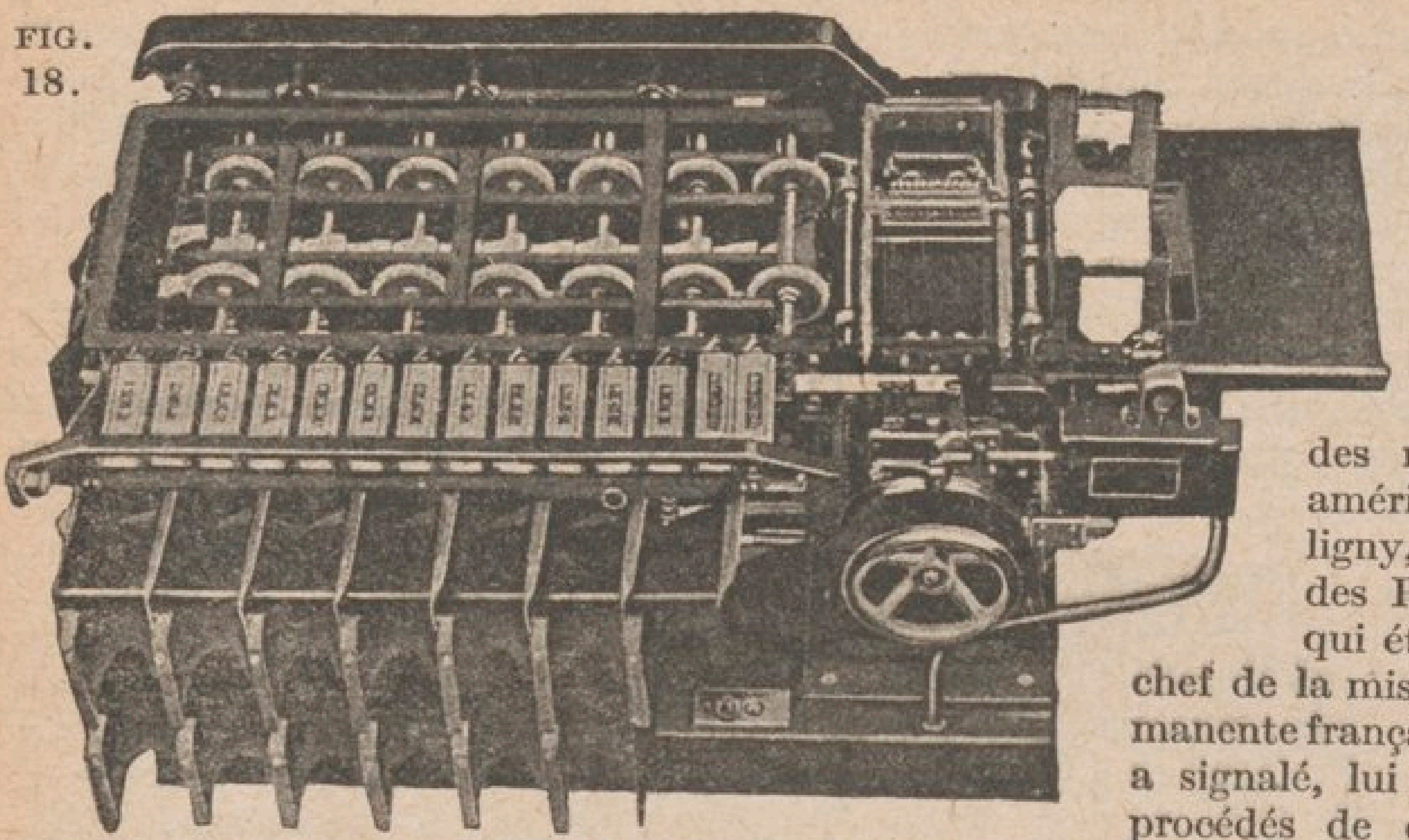
Un peigne vient appuyer sur l'aiguille libre et l'oblige à transmettre la pression qu'elle reçoit à une barre horizontale correspondant à la ligne de la carte et placée dans le sens transversal de la machine. Cette barre déplace alors un levier dont la position détermine l'ouverture ou la fermeture des clapets d'accès aux boîtes de réception.

En face de ces clapets se trouvent deux séries de galets d'entraînement ; les galets inférieurs, sollicités par des ressorts, appuient contre les galets supérieurs ; la carte saisie par ces galets est obligée de s'engager dans un couloir d'accès qui lui est préparé par le clapet précédemment ouvert. Ainsi, les unes après les autres, les cartes viennent automatiquement se ranger dans l'ordre qui leur est imposé par les perforations et cela à la vitesse de 250 à 270 unités par minute. Des compteurs inscrivent le nombre de cartes classées et un totalisateur complète les jeux particuliers.

Nous sommes donc en présence d'une mchine qui manutentionne des objets ayant une certaine analogie de forme et de consistance avec des cartes à jouer. Lorsque les jeux ont été battus, la machine les rassemble automatiquement par couleurs, toujours par le simple secours des perforations.

Un premier classement par journées étant opéré, on prend tous les paquets de la même journée et on les passe à la machine qui,

FIG. 18.



LA MACHINE A CLASSER POWERS, POURVUE D'UN COMPTEUR QUI ADDITIONNE ENSUITE LES SOMMES INSCRITES SUR LES CARTONS PERFORÉS

explorant une autre colonne, les classe par Etats, par exemple, et un deuxième classement les assemble par bureaux. On peut ainsi retrouver immédiatement toutes les spécifications d'un article d'argent émis par un bureau quelconque et à une date quelconque, ce qui est une ressource précieuse.

Pour compléter ce matériel, interviennent encore d'autres machines non moins remarquables, notamment celles qui impriment en colonnes. sur des bandes de papier, les diverses inscriptions enregistrées par les perforations et additionnent au besoin ces colonnes. Ces machines peuvent faire l'une ou l'autre de ces opérations séparément et traiter, en particulier, très promptement, des cartes préalablement assorties.

Le service du contrôle des articles d'argent des grandes compagnies et la poste se servent de ces appareils pour la vérification de tous les comptes.

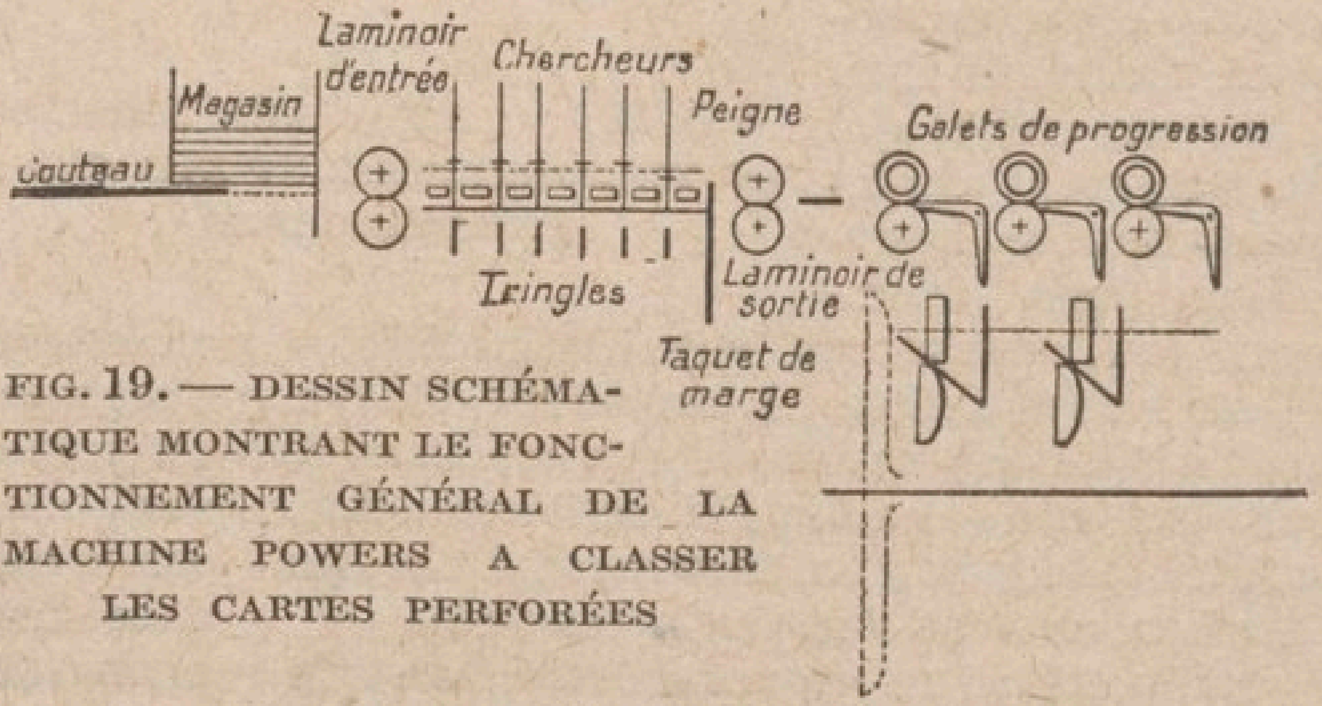


FIG. 19. — DESSIN SCHÉMATIQUE MONTRANT LE FONCTIONNEMENT GÉNÉRAL DE LA MACHINE POWERS A CLASSER LES CARTES PERFORÉES

« Ces procédés, remarque M. Pomey, permettent de décharger les employés en rapport avec le public de toute opération de comptabilité ; il leur suffit d'avoir une caisse compteuse-imprimeuse, et toute la partie administrative, totalisation, balance, affectation aux divers articles, etc., peut être centralisée et exécutée avec une extrême rapidité dans un bureau spécial outillé mécaniquement, ce qui évite les doubles emplois, les erreurs et d'inutiles dépenses. »

Nous sommes bien loin, en France, de l'époque dont les Etats-Unis nous offrent le spectacle. Le service de la Statistique municipale, dirigé par le Dr Bertillon, paraît être, jusqu'à ce jour, le seul service français outillé avec des machines à classer américaines. M. de Pulligny, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, qui était avant la guerre chef de la mission technique permanente française aux Etats-Unis, a signalé, lui aussi, l'emploi des procédés de comptabilité mécanique, notamment par la Compagnie Edison, de New-York, qui tient mécaniquement ses comptes d'abonnés. Voici enfin M. Pomey, ingénieur en chef des Postes et des Télégraphes, mathématicien des plus éminents, qui réclame pour son administration le bénéfice du machinisme. Nous désirons vivement que son appel soit entendu, car la réforme postale telle qu'il l'entend, telle qu'elle doit s'accomplir, libérant l'agent en rapport avec le public de toute comptabilité, lui laissera la liberté d'esprit nécessaire à ses opérations de caisse tout en lui permettant d'étendre ses attributions sans surcharger son cerveau. Le public, mieux et plus rapidement servi, verra alors dans la poste un auxiliaire précieux, indispensable, à l'esprit large, à la collaboration intelligente.

En France, les mandats-poste ne peuvent être payés que dans les bureaux de poste et seulement au destinataire lui-même. Aux Etats-Unis, les mandats peuvent être endossés au bénéfice d'une tierce personne, mais ils ne doivent recevoir qu'un seul endossement. De plus, toutes les banques sans exception, sont autorisées à en effectuer le paiement.

LUCIEN FOURNIER.

LE CIMENT ARMÉ APPLIQUÉ A LA MÉCANIQUE

Par Edmond CRESPAL

Les bâtis en fonte des machines-outils servant à travailler le bois ou les métaux sont, en général, des pièces de fonte de fer lourdes et compliquées dont l'exécution coûte actuellement extrêmement cher.

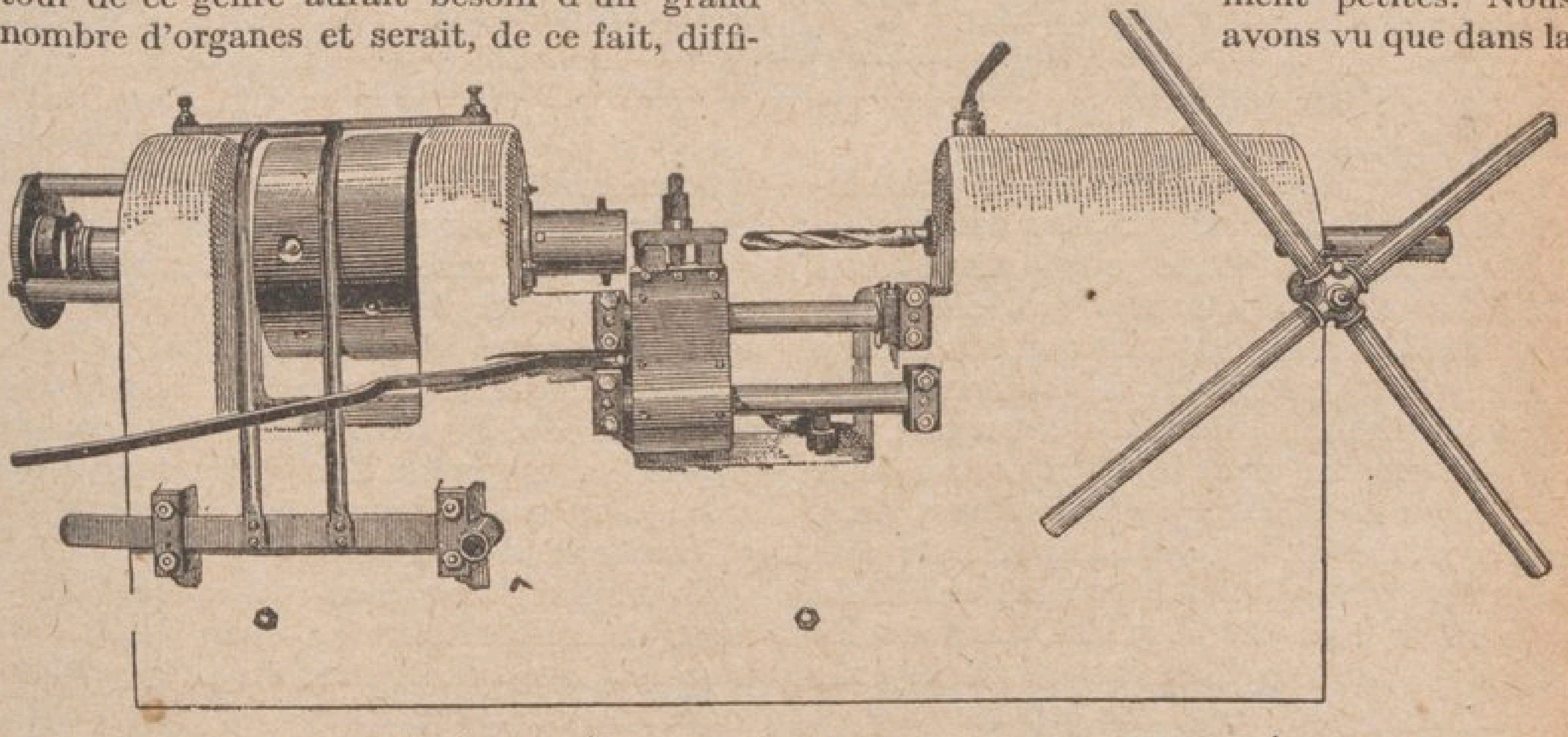
De cette cherté, toute l'industrie souffre en général, et surtout les usines qui collaborent à l'œuvre de la défense nationale ; c'est même ce qui a forcé les inventeurs à chercher un remède à cet inconvénient et ils ont été assez heureux pour le trouver. Grâce à un nouveau procédé, on a pu construire rapidement, économiquement, facilement, les machines-outils nécessaires à l'industrie mécanique et cela d'une façon aussi simple qu'imprévue en établissant les machines avec bâti en ciment armé, au lieu d'acheter des machines munies de bâtis en fonte qui reviennent à des prix trop élevés.

Pour cela, il faut concevoir des mécanismes aussi simples que possible, car on ne prétend pas que le ciment puisse être substitué à la fonte pour la fabrication des machines compliquées, destinées à exécuter toutes sortes de pièces. Ainsi, il n'y aurait aucun avantage à établir un tour parallèle en ciment armé ayant toutes les qualités d'un tour usuel; un tour de ce genre aurait besoin d'un grand nombre d'organes et serait, de ce fait, difficile et trop onéreux à établir avec du ciment.

Il est relativement facile de simplifier ces machines. En effet, on emploie couramment dans l'industrie des tours usuels qui fournissent, d'un bout de l'année à l'autre, un seul modèle de pièces. Quelquefois même, ils n'accomplissent qu'une seule opération sur certaines pièces qui en comportent plusieurs. A quoi sert donc le grand nombre d'organes dont se composent les tours qu'on trouve dans le commerce, si la plupart de ces organes restent inutilisés? Ainsi, pourquoi, un tour qui tourne toujours des pièces de même diamètre a-t-il six vitesses, s'il n'y en a qu'une d'employée ? Pourquoi le banc est-il raboté sur un mètre de longueur, si le tour ne chariote que des pièces de dix centimètres de longueur ? Pourquoi, enfin, une contre-pointe, si elle n'est pas nécessaire?

Rien n'est plus aisé et moins coûteux que de construire pour soi-même des machines-outils avec bâti de ciment armé.

Ce qui rend l'établissement de ces machines facile, c'est que, contrairement à ce qui se passe pour les appareils en fonte, on n'a pas de grosses pièces à usiner, car toutes les pièces métalliques sont relativement petites. Nous avons vu que dans la



VUE LATÉRALE D'UN TOUR AVEC BATI EN CIMENT ARMÉ

Toutes les parties fixes qu'il importe de maintenir dans une position absolument invariable sont noyées dans la masse de ciment, qui remplace alors très avantageusement le bâti de fonte.

machine en fonte, on travaille sur place différentes parties d'un gros bloc ; au contraire, dans les machines en ciment, les parties du bâti qui sont usinées sont rapportées dans le bloc au moment de la coulée du ciment. De ce fait, on obtient une construction rapide et économique.

Rapide, car toutes les pièces étant indépendantes les unes des autres peuvent être très aisément fabriquées en même temps si l'on dispose d'un personnel suffisant

Economique, car les machines en ciment armé demandent beaucoup moins de travail que les machines en fonte et aussi parce que le prix du ciment est relativement très faible par rapport à celui de la fonte.

Prenons comme exemple un tour construit pour usiner des corps de gaines pour obus de 75.

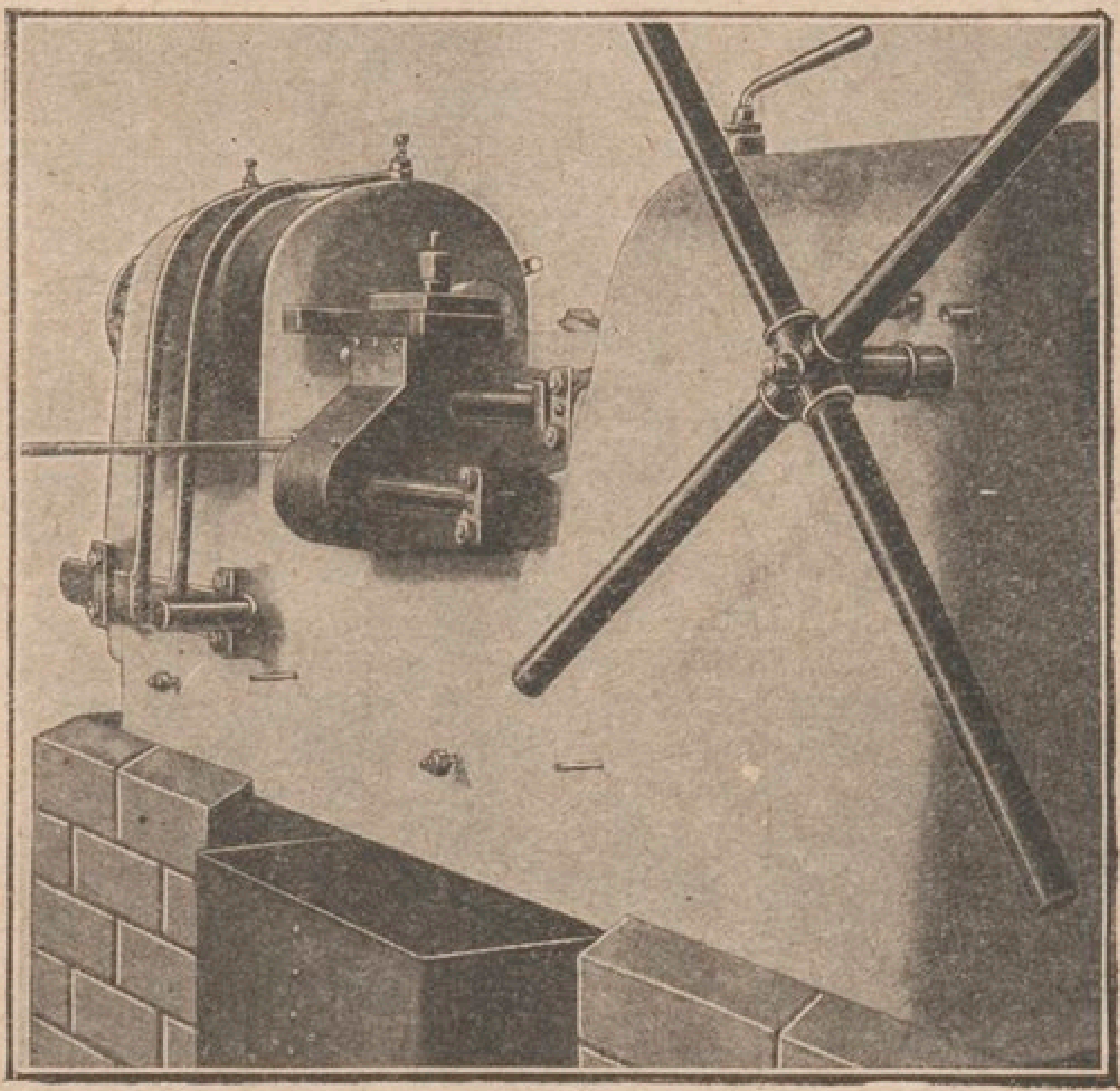
Ce tour se compose d'une poupée, d'une contre-pointe et d'un chariot longitudinal.

La poupée, le banc et la contre-pointe ne forment qu'un même bloc de ciment, c'est-à-dire un ensemble simple et indéréglable, et aussi d'une grande résistance.

Les deux paliers de la poupée, noyés dans dans le ciment, portent des coussinets démontables dans lesquels tourne un arbre qui reçoit à son extrémité les divers mandrins servant à fixer les pièces à tourner.

L'arbre porte, entre les deux paliers, deux poulies de bois, l'une folle et l'autre fixe, construites en deux pièces; la poulie fixe est calée directement sur l'arbre ; la poulie folle est serrée sur une bague qui lui sert de roulement. Le débrayage est monté sur le tour lui-même, ce qui supprime le renvoi.

La contre-pointe, qui sert au perçage et à l'alésage, fait partie du bloc de ciment dans lequel est noyé un tube où coulisse l'arbre



VUE DU CHARIOT PORTE-OUTILS

Le chariot mobile, guidé par des barres cylindriques, porte l'outil de profilage. Le bâti en ciment est supporté par un massif de maçonnerie. Un bac métallique, au centre, reçoit les tournures.

de contre-pointe. A l'extrémité de cet arbre se fixent tour à tour diverses mèches ; cet arbre est denté comme une crémaillère ; son avancement et son recul se font au moyen d'un engrenage actionné par quatre bras métalliques, comme le montrent les figures.

Le chariot longitudinal a une course de 185 millimètres. On supprime le chariot transversal quand cet organe est considéré comme inutile pour le genre de travail envisagé.

Le chariot peut être supporté par deux glissières rondes qui sont fixées au bloc de ciment, à chacune de leurs extrémités, par des pièces de fer forgé noyées dans le ciment.

Le chariot, dont l'extérieur est en tôle et l'intérieur en ciment, est traversé par les deux tubes de passage des glissières scellés dans leur position exacte par le ciment.

Pour construire une machine en ciment, précise, il faut que chacun des organes qui la composent soit bien maintenu à sa place par rapport aux autres organes.

Ces pièces sont assemblées toutes entre elles. Les paliers sont fixés sur un arbre qui les supporte ainsi que le tube de contre-pointe. Les pièces de fer forgé qui portent les chariots sont guidées par des glissières. Ces dernières, maintenues parallèles entre elles d'une façon rigide et indéréglable dans la position voulue par rapport à l'arbre du tour, sont accouplées avec l'arbre qui supporte les paliers et le tube de contre-pointe.

En résumé, les pièces qui doivent faire corps avec le ciment sont toutes fixées les unes aux autres et forment un groupe rigide.

Le bâti du tour s'obtient en coulant du ciment dans un moule de bois dans lequel on a eu soin de disposer aux points voulus des barres de fer accouplées entre elles et for-

mant armature, de façon à assurer à l'ensemble toute la rigidité indispensable.

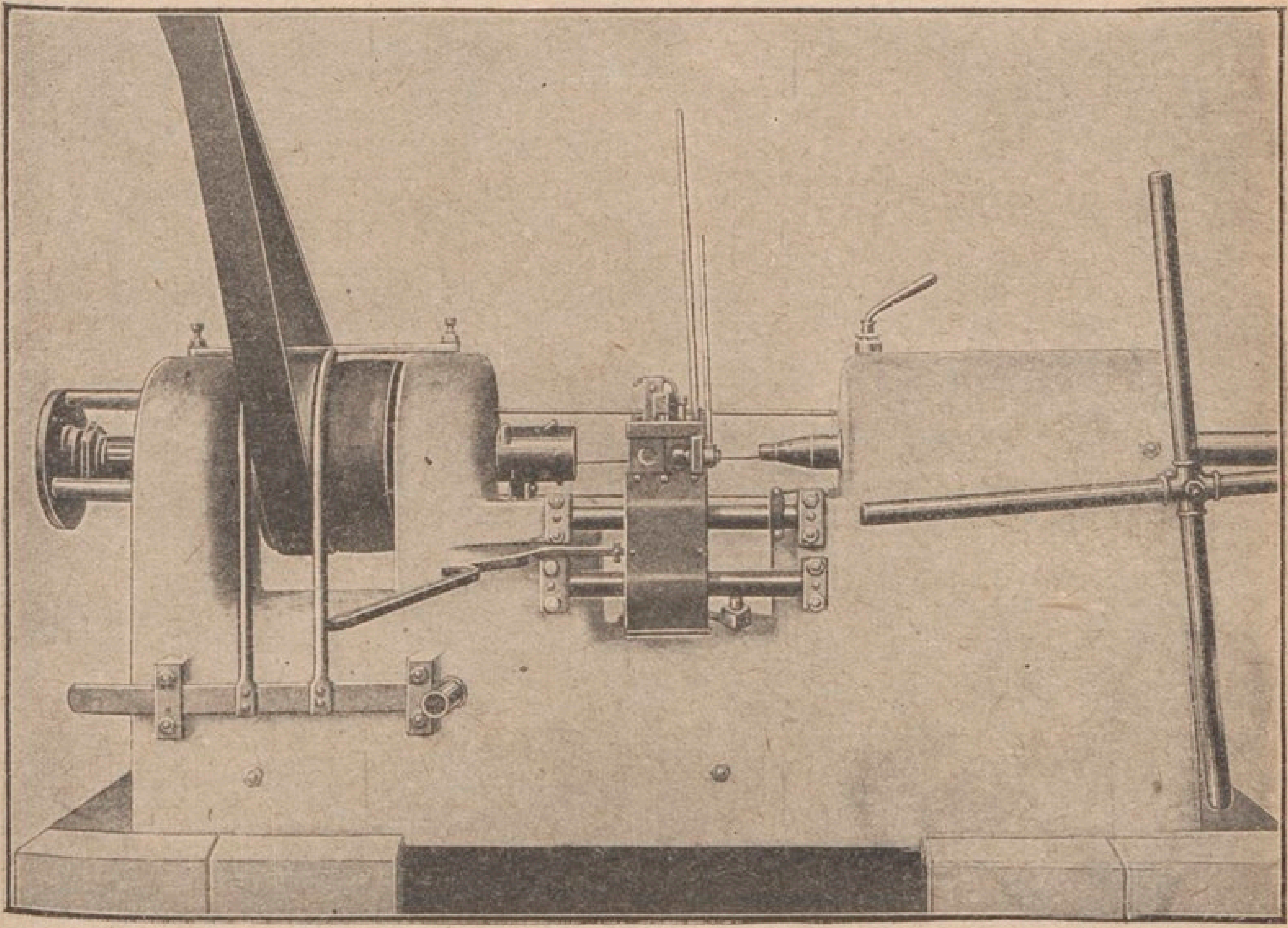
Le moule peut être fait grossièrement, étant donné que le finissage du bâti peut toujours avoir lieu après le démoulage. Le groupe de pièces qui doivent se trouver fixées lors de la coulée du ciment est placé dans le moule, mais de telle façon que, même dans le cas où ce moule se déformerait, cette déformation n'aurait aucune influence sur le bon alignement des pièces. Après le démoulage, le bâti en ciment mis à nu apparaît avec les pièces métalliques qui y sont adhérentes et qui sont celles qui fixent tout le mécanisme dans sa position parfaite. Le chariot, qui est en tôle, est rempli de ciment lorsqu'il est en place sur les glissières ; de cette façon, les tubes qui le traversent et qui lui permettent de coulisser sur les glissières sont solidement fixés par la coulée du ciment dans la position exacte qu'ils doivent occuper.

Pour construire le plus économiquement possible, on a intérêt à employer autant que possible des pièces qui se trouvent dans le commerce. On a pu ainsi utiliser, surtout au début, des pièces de chauffage central en les modifiant légèrement. Il va sans dire que si l'on a beaucoup de machines du même modèle à construire, on aura alors intérêt à fabriquer des pièces spéciales, car ces éléments faits en série ne coûteront pas cher et seront mieux appropriés à l'usage que l'on veut en faire.

L'emploi des machines-outils en ciment armé n'est pas seulement limité à l'industrie métallurgique. Il peut s'étendre à toutes les industries. Il est possible d'établir des machines de toutes formes destinées aux usages les plus divers, principalement au travail du bois, à la transformation des textiles, à la construction des appareils de levage tels que grues et treuils d'ascenseurs, à la fabrication de pétrins, essoreuses, etc., etc.

Pour la construction des machines en ciment, destinées aux colonies, il va sans dire que toutes les pièces détachées devront être expédiées d'Europe, seules les parties en ciment pouvant être exécutées sur place.

EDMOND CRESPAL.



TOUR DESTINÉ A L'USINAGE DES OBUS DE PETIT CALIBRE

La poupée en ciment comporte deux poulies, l'une fixe, l'autre folle, comme dans les tours ordinaires. L'obus est fixé dans un mandrin à serrage concentrique que l'on manœuvre avec une extrême facilité au moyen de la clé surmontant la partie droite du bâti.

PELLE AUTOMATIQUE AVEC TRANSPORTEUR DE DÉBLAIS A TABLIER POUR MINES ET CHANTIERS

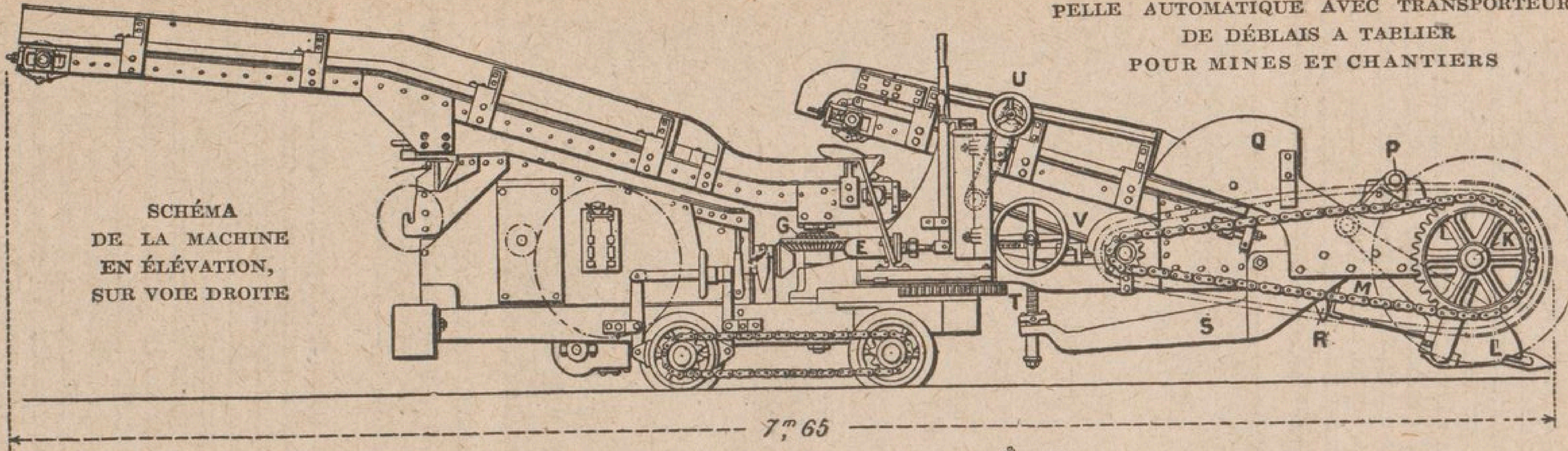
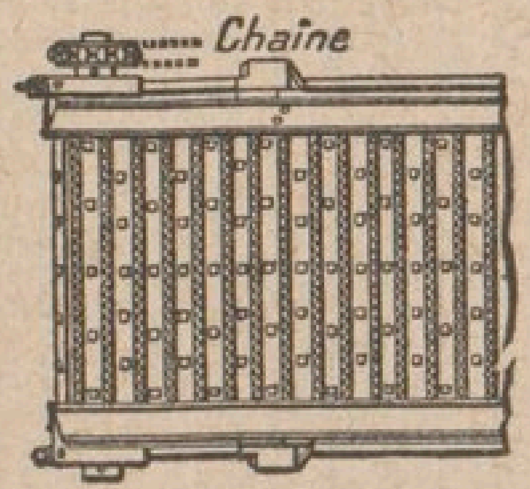
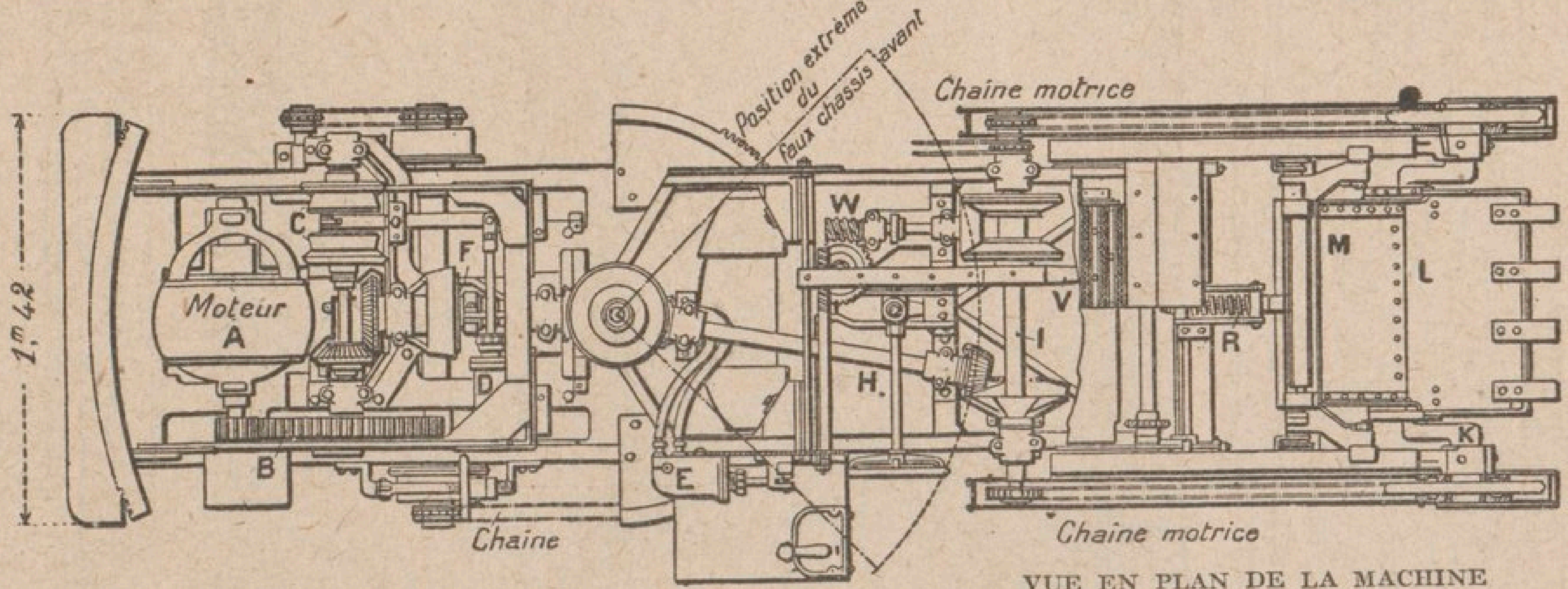


SCHÉMA DE LA MACHINE EN ÉLÉVATION, SUR VOIE DROITE



PORTION EXTRÊME, VUE EN PLAN, DU TRANSPORTEUR A TABLIER MÉTALLIQUE



VUE EN PLAN DE LA MACHINE

Un moteur électrique A actionne un train d'engrenages B, dont l'effort est transmis à l'arbre I par un système composé d'un manchon C et d'un train baladeur agissant sur des roues coniques G et sur un arbre diagonal H. La pelle, munie d'une cuiller L et d'une poche M, est mue par les manivelles K et guidée par des rouleaux P et par des guides O et Q. (Pour l'explication des autres lettres portées sur les figures, voir le texte, page 284.)

LA PELLE ÉLECTRIQUE, DÉROCHEUSE ET CHARGEUSE

Par Charles BERNIER

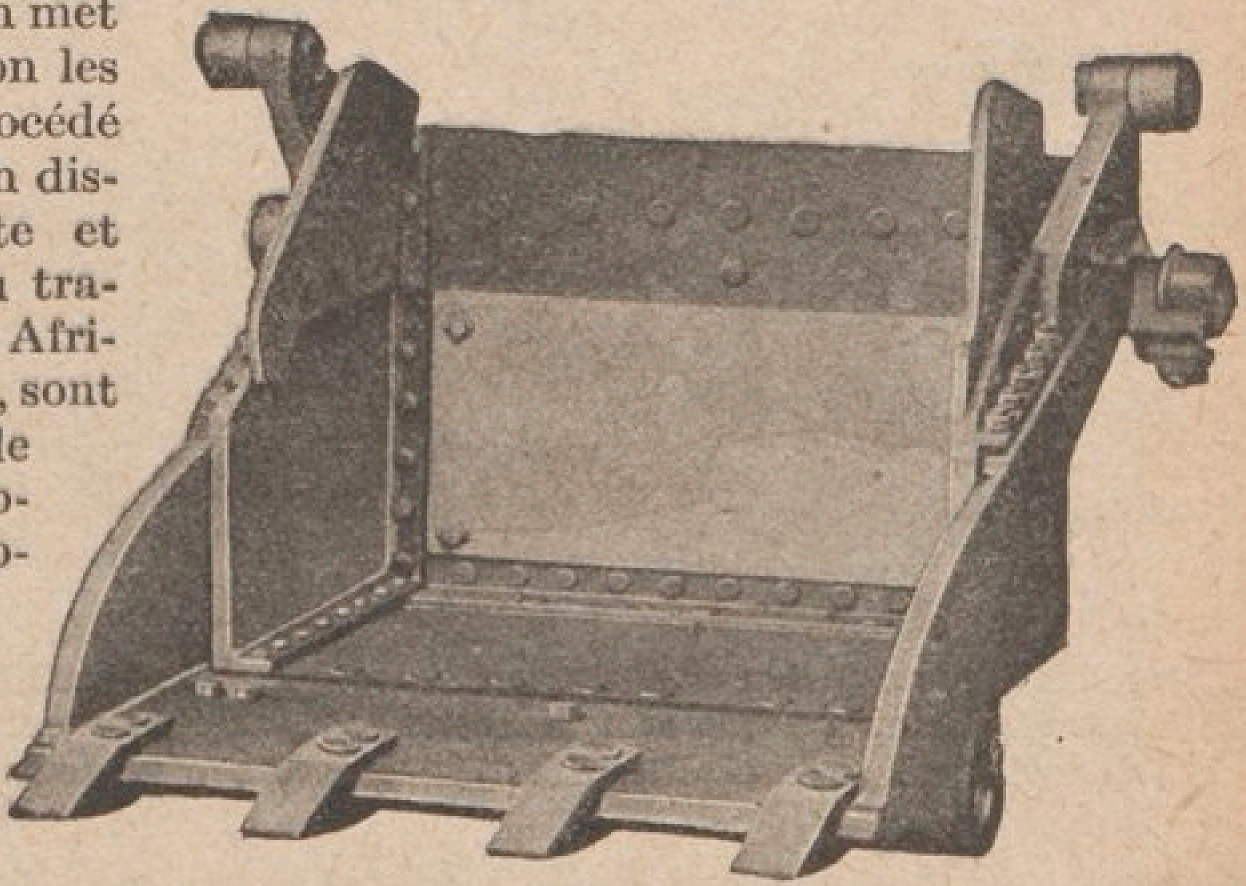
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

Dans les pays comme les Etats-Unis, où la main-d'œuvre est relativement rare et chère, on a déployé beaucoup d'ingéniosité pour solutionner certains problèmes qui, dans d'autres contrées, ont été résolus d'une même manière très simple depuis des siècles et même depuis des milliers d'années.

Ainsi, par exemple, en Orient, on emploie une antique méthode qui consiste à remplir des paniers à la pioche ou à la pelle; on met ensuite les matériaux en tas ou bien on les charge dans des tombereaux. Ce procédé ne donne de bons résultats que si l'on dispose d'une main-d'œuvre abondante et économique. Tous ceux qui ont vu travailler les indigènes aux Indes ou en Afrique, sur des chantiers bien organisés, sont persuadés que ce système permet de réaliser le maximum de vitesse et d'économie, quand il est convenablement appliqué. Les Pharaons n'ont pas agi autrement quand ils ont fait construire les pyramides.

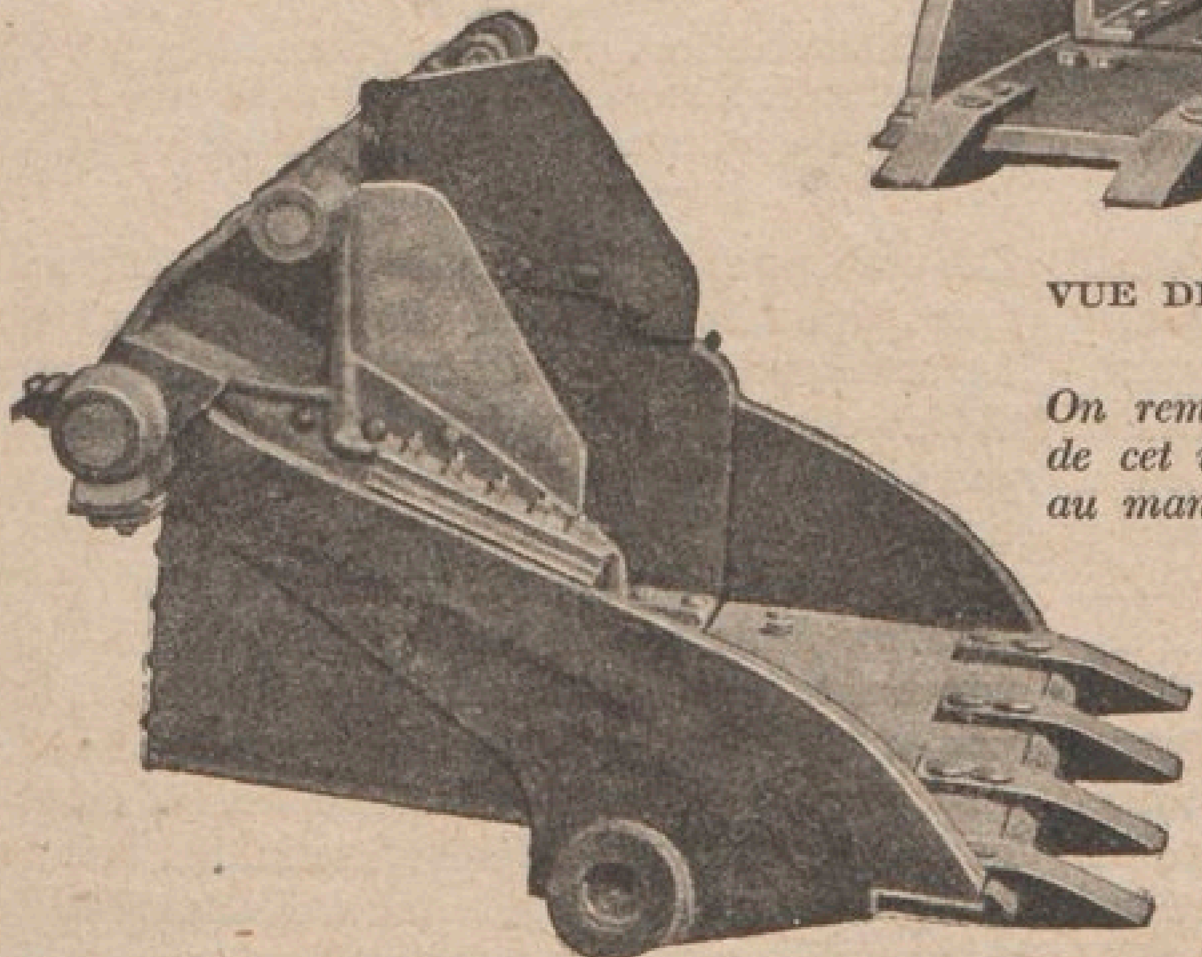
Aux Etats-Unis, l'emploi de la main-d'œuvre humaine est impossible pour de telles besognes, et l'on a dû recourir à des moyens mécaniques pour exécuter le même genre de travaux. Il existe, notamment, sur la plupart des grands chantiers de travaux publics, des chargeurs à vapeur ou électriques servant à mettre les matériaux sur camions ou en tombereaux. Quelques-unes de ces machines sont automatiques et présentent une certaine complication.

D'autre part, l'exploitation des mines et des carrières a fourni un vaste champ à l'ingéniosité des inventeurs qui ont cherché à réaliser des dispositifs permettant de charger les débris de roches et les minerais dans des wagons à bords mobiles ou à fonds munis de trappes.



VUE DE FACE DE LA PELLE D'UNE MACHINE A DÉROCHER MODÈLE N° 4

On remarque la robuste construction des organes de cet instrument. Les dents et les bords, en acier au manganèse, sont solidement rivés sur un corps d'une seule pièce, en acier moulé. La poche arrière est formée également de parois d'acier moulé rivées. Le tout forme un ensemble qui pèse environ 450 kilos.

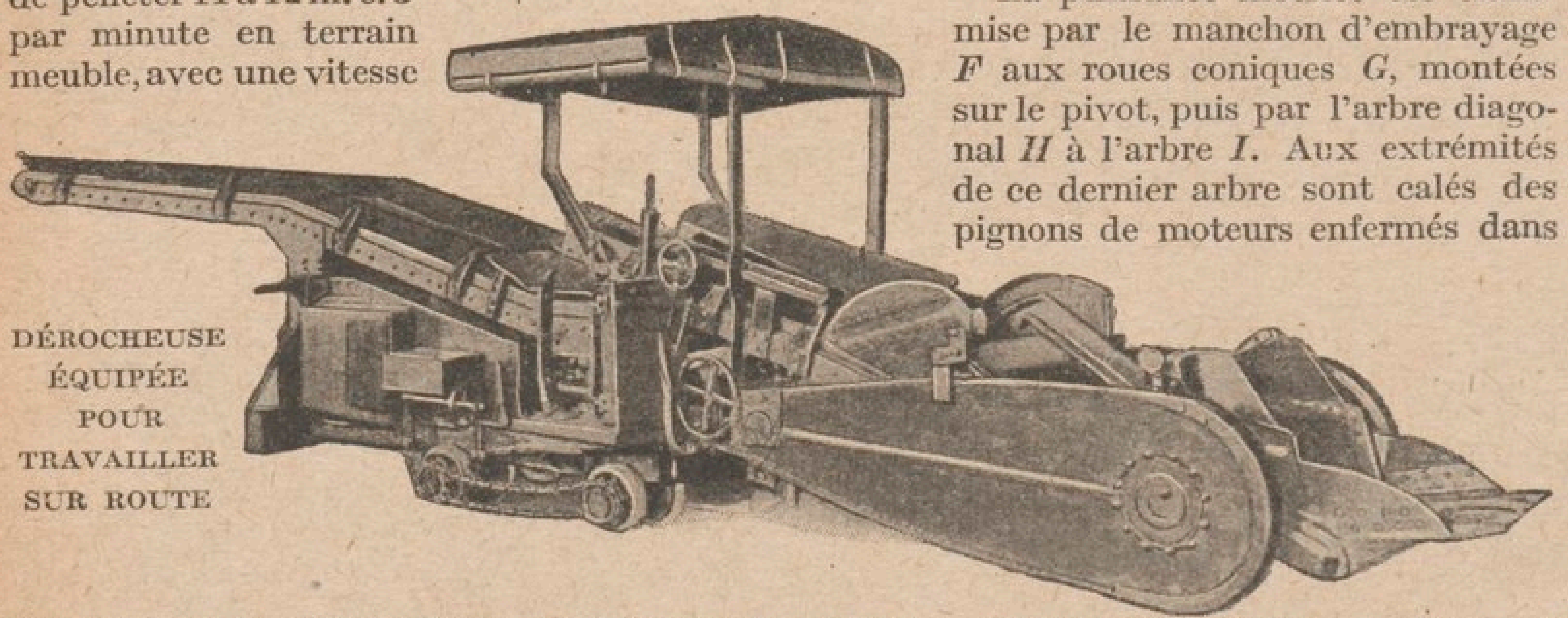


LE MÊME INSTRUMENT VU LATÉRALEMENT

Parmi les meilleures solutions proposées, on peut citer les machines américaines Myers-Whaley, qui peuvent rendre d'excellents services sur nombre de chantiers à ciel ouvert. On les a employées pour les travaux de construction de l'aqueduc de Catskill.

L'appareil Myers-Whaley consiste essen-

tiellement en une pelle de grandes dimensions, munie d'un mécanisme de soulèvement qui déverse les déblais sur un chargeur composé de deux plans transporteurs dont le dernier aboutit dans un wagon. La machine, dont le fonctionnement automatique est assuré par un moteur électrique, peut convenir dans beaucoup de cas, parce que la pelle travaille le long d'un chantier d'abatage rectiligne, tandis que le transporteur déverse les déblais sur des voies orientées suivant des angles divers. Il existe plusieurs modèles de cet appareil, différenciés par leurs dimensions. La machine N° 4, qui a une largeur totale extérieure de 1 m. 63 et une hauteur de 1 m. 37, est actionnée par un moteur électrique de 20 chevaux ; sa capacité permet de pelleter 11 à 12 m. c. 5 par minute en terrain meuble, avec une vitesse de douze coups de pelle. On peut aussi abattre de 24 à 26 tonnes de charbon par heure dans une veine mesurant 2 mètres de largeur.



DÉROCHEUSE ÉQUIPÉE POUR TRAVAILLER SUR ROUTE

Ce modèle est muni d'un abri servant à protéger le conducteur. Avec un seul homme et une dépense de 22 kilowatts-heures par tonne manutentionnée, on obtient un rendement de 200 à 400 tonnes par poste. C'est le travail ordinaire de 15 à 20 ouvriers vigoureux dans les mines de la vieille Europe.

Comme le montrent les schémas détaillés que nous donnons dans la page hors texte de cet article, l'appareil est monté sur un bâti principal d'acier moulé, supporté par deux essieux au moyen de plaques de garde et muni d'un robuste pivot qui sert d'axe de rotation à deux bras dont l'un, se prolongeant vers l'avant de la machine, porte la pelle ; l'autre bras est orienté vers la partie postérieure de l'appareil à l'arrière duquel est placé son bâti de support. La commande électrique est assurée par le moteur *A*, alimenté par un câble, et monté à l'arrière du bâti principal. Ce moteur actionne un train d'engrenages *B*, qui transmet l'effort moteur, à l'aide d'un système de manchons et de roues coniques, à l'essieu moteur par l'intermédiaire d'un train baladeur ou à la pelle. Le manchon d'embrayage *C*, qui commande le train baladeur, est mû par un piston plongeur, qui se déplace dans un cylindre *D* rempli presque totalement d'eau ou de glycérine. Ce dernier cylindre est relié par un tuyau flexible au cylindre *E*, dont le piston plongeur est actionné par un levier à main.

Tout déplacement imprimé à ce dernier levier provoque un mouvement correspondant du plongeur dans le cylindre *D* et l'embrayage se meut dans un sens ou dans l'autre, de manière à déterminer la marche en avant ou en arrière. L'effort moteur est transmis à l'essieu par un solide pignon à chaîne d'acier et les deux essieux sont rendus solidaires l'un de l'autre par une autre chaîne placée de l'autre côté de la machine.

La puissance motrice est transmise par le manchon d'embrayage *F* aux roues coniques *G*, montées sur le pivot, puis par l'arbre diagonal *H* à l'arbre *I*. Aux extrémités de ce dernier arbre sont calés des pignons de moteurs enfermés dans des carters et reliés par des chaînes à d'autres pignons de grand diamètre calés sur les manivelles *K K* d'un essieu. La cuiller de la pelle est fixée au bras de ces manivelles par des douilles. La pelle se compose d'une cuiller *L* et d'une poche *M* en acier moulé.

Au début de son mouvement, la pelle pénètre dans le tas et la manivelle *K*, en tournant, pousse en avant la pelle et la poche tandis que la cuiller remonte. Pendant que la manivelle *K* continue à tourner, la cuiller et la poche s'inclinent. En même temps, deux axes à rouleaux fixés derrière la poche, glissent le long des guides courbes *O*, tandis qu'une paire de rouleaux *P* vient en contact avec une paire de guides courbes *Q*.

Les déblais qui étaient sur la cuiller de la pelle *L* sont ainsi repoussés dans la poche *M*, puis, de là, sur le transporteur à courroie, quand la poche s'élève le long du guide courbe *Q*, sous l'action de la manivelle *K*. Celle-ci, continuant à tourner, ramène dans

sa position de travail la poche *M* ainsi que la pelle *L*, qui est maintenue par un ressort *R*.

La cuiller est faite d'acier moulé avec une lèvre et quatre dents en acier au manganèse ; elle mesure 90 centimètres de largeur extérieure, et elle fait en avant de la poche une saillie de 45 centimètres. (Fig. p. 283.)

La poche, qui a 80 centimètres de largeur intérieure et 55 centimètres de hauteur au dos, est munie de tampons de cuir qui amortissent les chocs quand elle retombe sur les bras de la pelle. L'ensemble représente un poids total d'environ 450 kilogrammes.

On peut approcher ou éloigner la cuiller du sol en réglant la hauteur verticale de la machine à l'avant, au moyen du levier *S* et de la vis *T*, très facilement manœuvrables par l'intermédiaire d'un volant latéral.

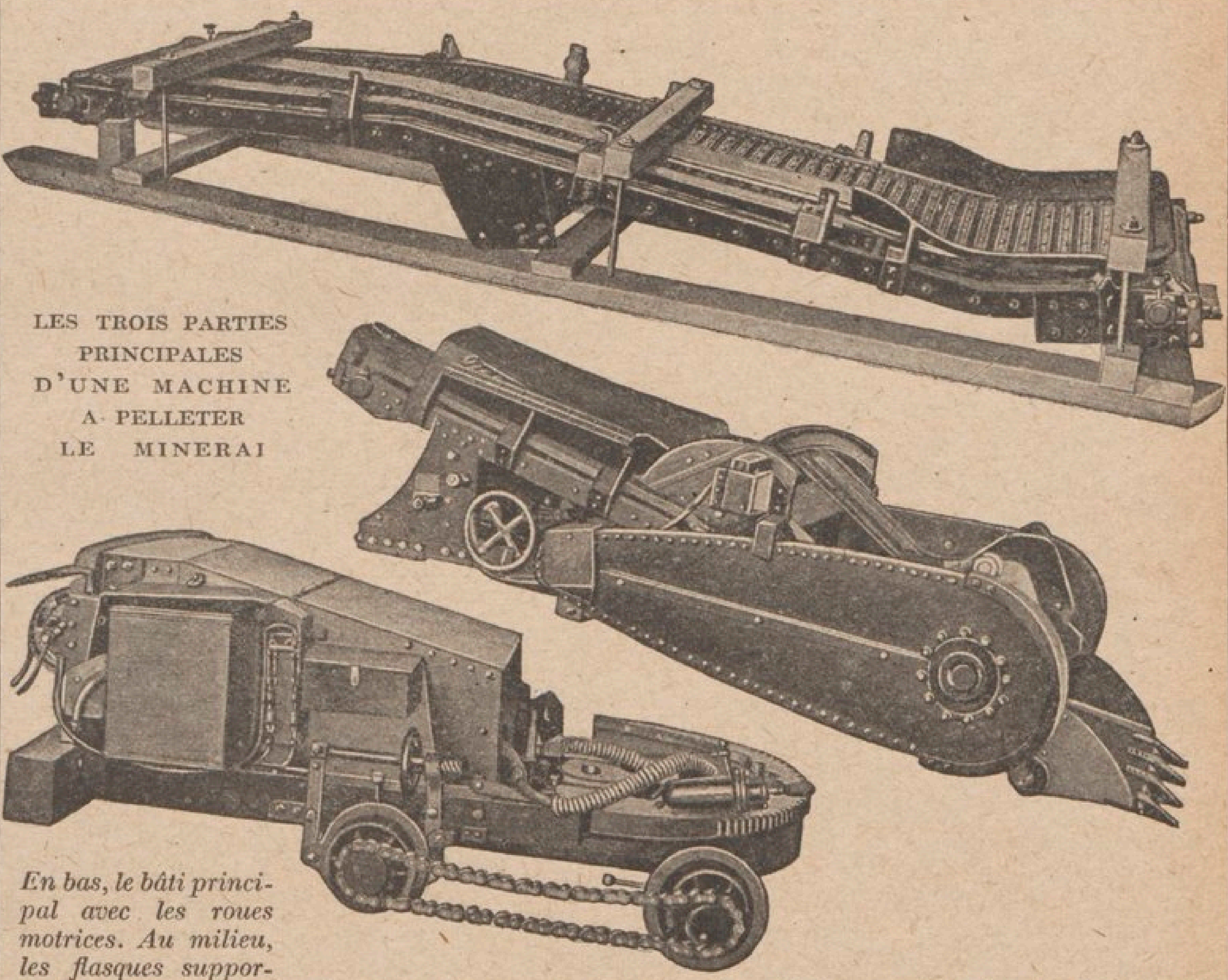
Les déblais sont déposés, au sortir de la poche de la pelle, sur un large tablier articulé qu'actionne un pignon à chaîne calé sur l'arbre *I* placé sur le côté gauche de la machine.

Ce premier transporteur en alimente un second disposé en arrière et mû également par une chaîne au moyen des engrenages coniques *G* calés sur le pivot central unique.

Le front de taille ou d'attaque de la machine peut faire avec les rails un angle de 45° à droite et à gauche. On obtient ces déplacements grâce à une manivelle *U*, qui agit sur une mise en marche à vis, laquelle, à son tour, provoque, par l'intermédiaire du levier *V*, l'entrée en prise d'une des paires de roues coniques calées sur l'arbre *I* avec la vis *W*. On provoque ainsi l'engrènement d'un pignon avec une crémaillère circulaire posée sur le bâti principal. Le déplacement s'opère vers la gauche ou vers la droite, suivant que le pignon d'embrayage agit sur l'une ou sur l'autre des roues coniques calées sur l'arbre *I*.

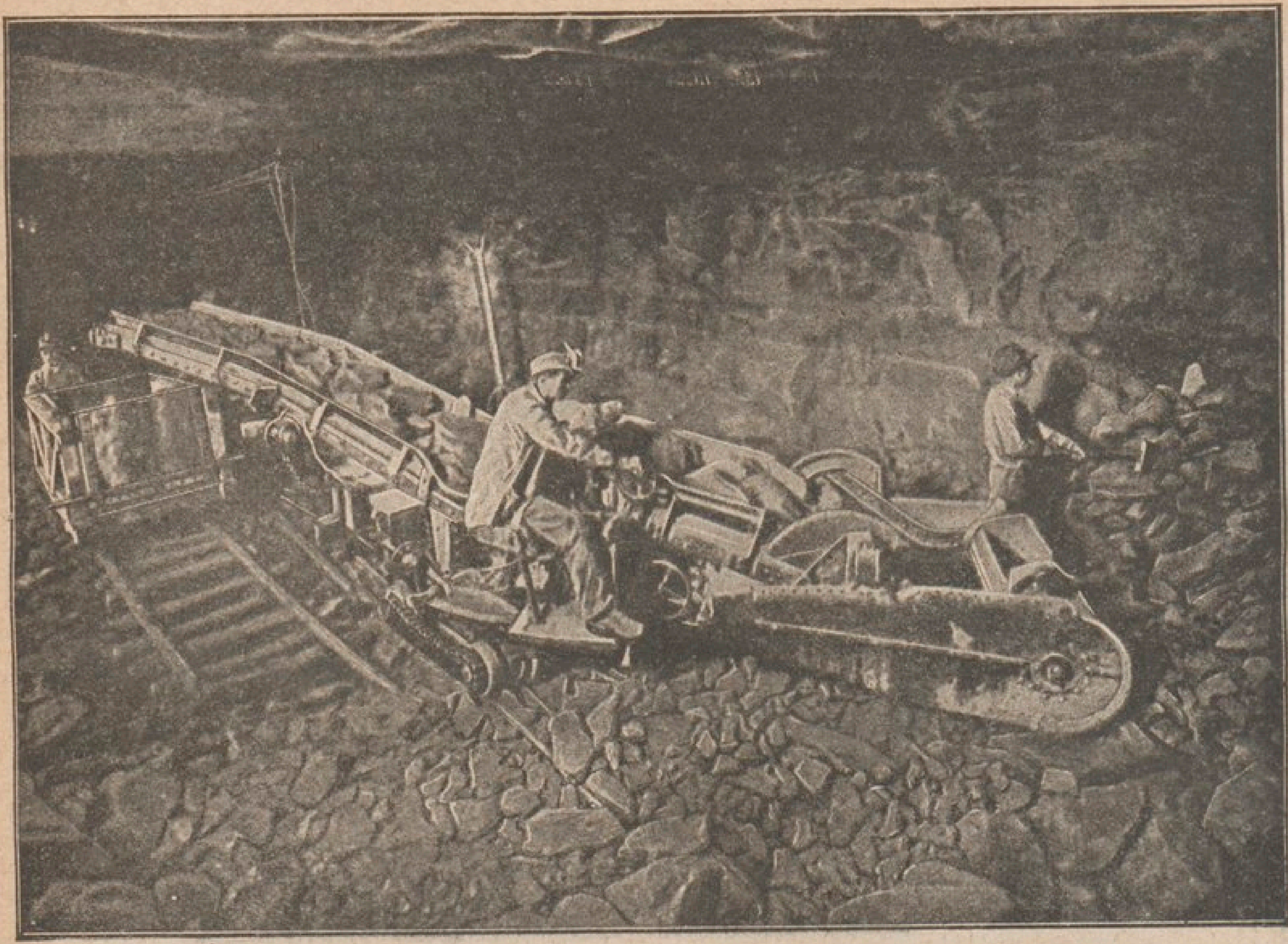
Pour que la pelle travaille toujours dans du terrain frais, le conducteur doit régler constamment ses positions axiale et latérale.

La manivelle *K* d'une machine N° 4 a 90 centimètres de longueur et la cuiller avance d'environ 35 centimètres dans le

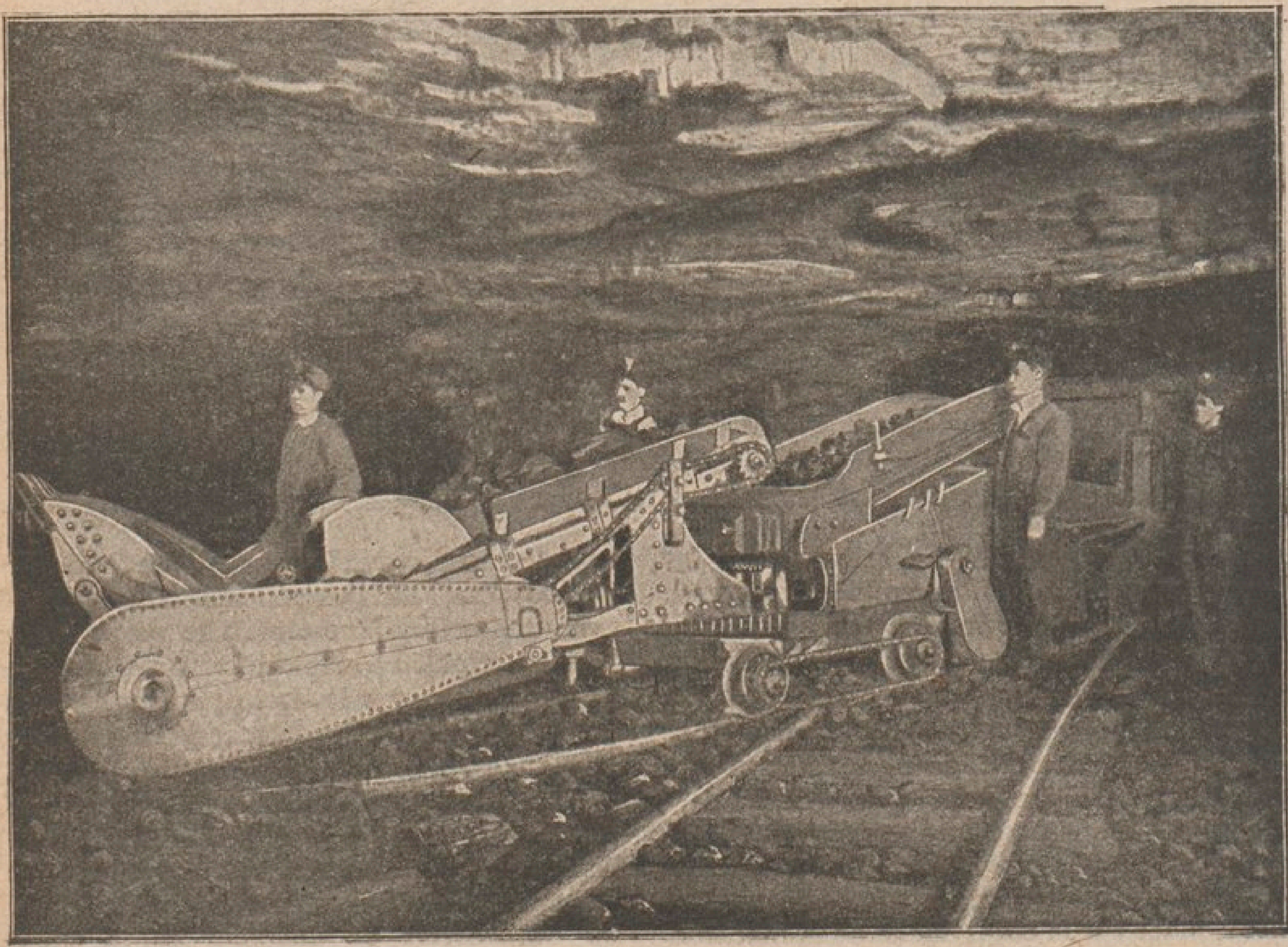


LES TROIS PARTIES PRINCIPALES D'UNE MACHINE A PELLETER LE MINERAI

En bas, le bâti principal avec les roues motrices. Au milieu, les flasques supportant la pelle et le mécanisme de chargement du minerai sur le transporteur. En haut, la partie postérieure du transporteur qui déverse automatiquement les déblais dans les wagons d'évacuation.



OUVRIERS CHARGEANT DE L'ARDOISE DANS UNE MINE AMÉRICAINE



LA DÉROCHEUSE MYERS-WHALEY EN SERVICE DANS UNE MINE DE HOUILLE

terrain frais, après que le mouvement de relèvement de la cuiller est commencé.

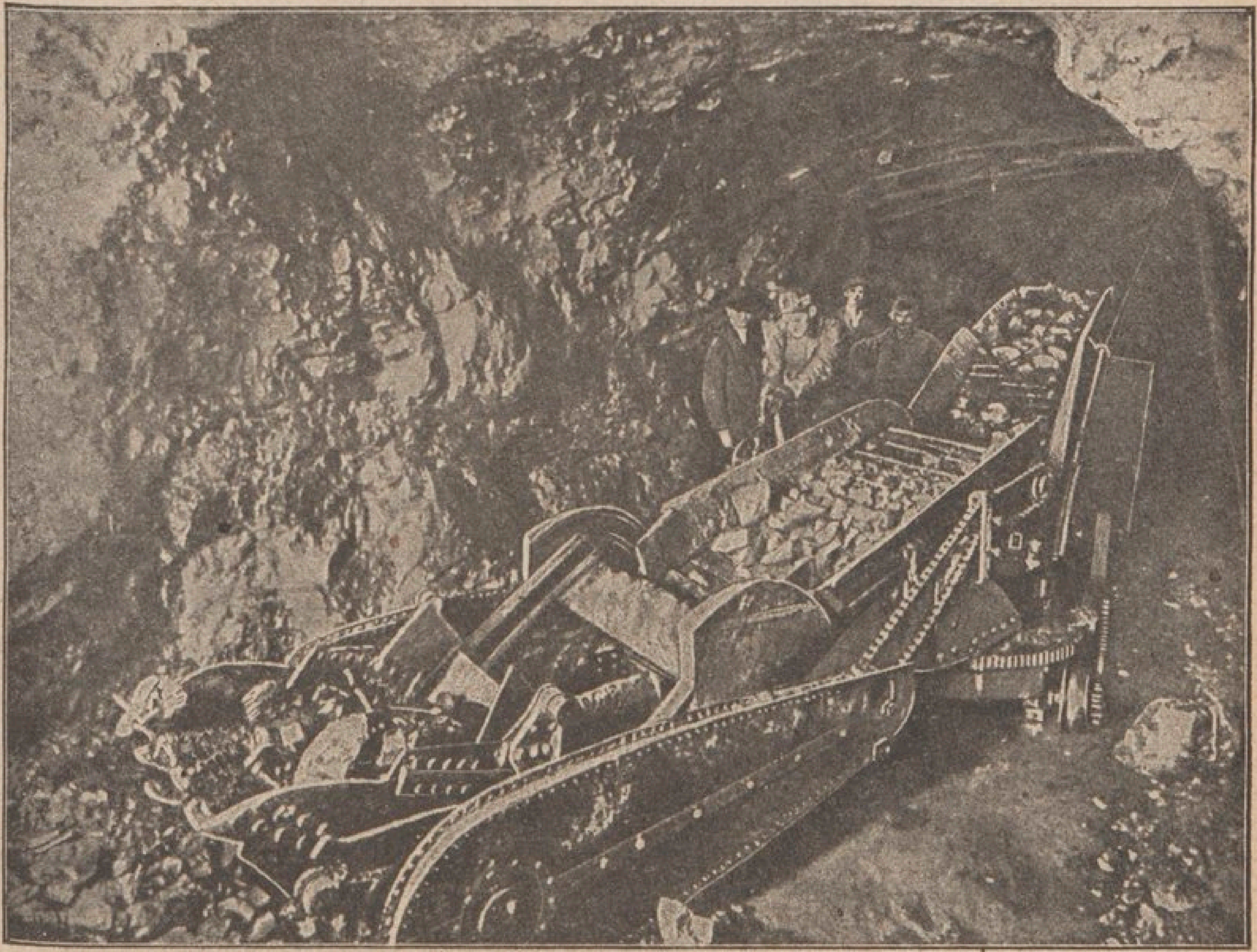
Quand il s'agit de matières friables, comme certaines houilles, le pelletage mécanique est supérieur au pelletage à la main. Les transporteurs à tabliers peuvent servir de tables de triage quand on veut débarrasser certaines matières de leurs impuretés.

Bien que la pelleteuse mécanique remplace une vingtaine d'ouvriers, un seul homme suffit pour la conduite de cette machine qui peut même être disposée de manière à pouvoir fonctionner sans circuler sur une voie ferrée. On peut travailler, soit en courbe, soit en alignement droit et pelleter, soit sur un sol uni, soit dans un tas placé à un niveau surélevé. Il est possible de décharger les déblais soit derrière la machine, soit latéralement, et ils peuvent être examinés pendant qu'ils sont sur les transporteurs.

On peut ainsi employer l'appareil pour charger de la houille ou du minerai, pour enlever des matières quelconques sur des tas, etc.

L'équipe complète de travail comporte quatre hommes : l'un à la machine, le second au front de taille, pour nettoyer, et les deux autres pour la manœuvre des wagonnets.

Dans les mines de charbon, ces appareils débarrassent les fronts de taille deux fois par jour, c'est-à-dire quatre fois plus vite qu'avec le travail à la main. Quand on les utilise dans les mines de plomb ou de sel gemme, les dépenses d'entretien ne dépassent pas 5 à 10 centimes par tonne extraite

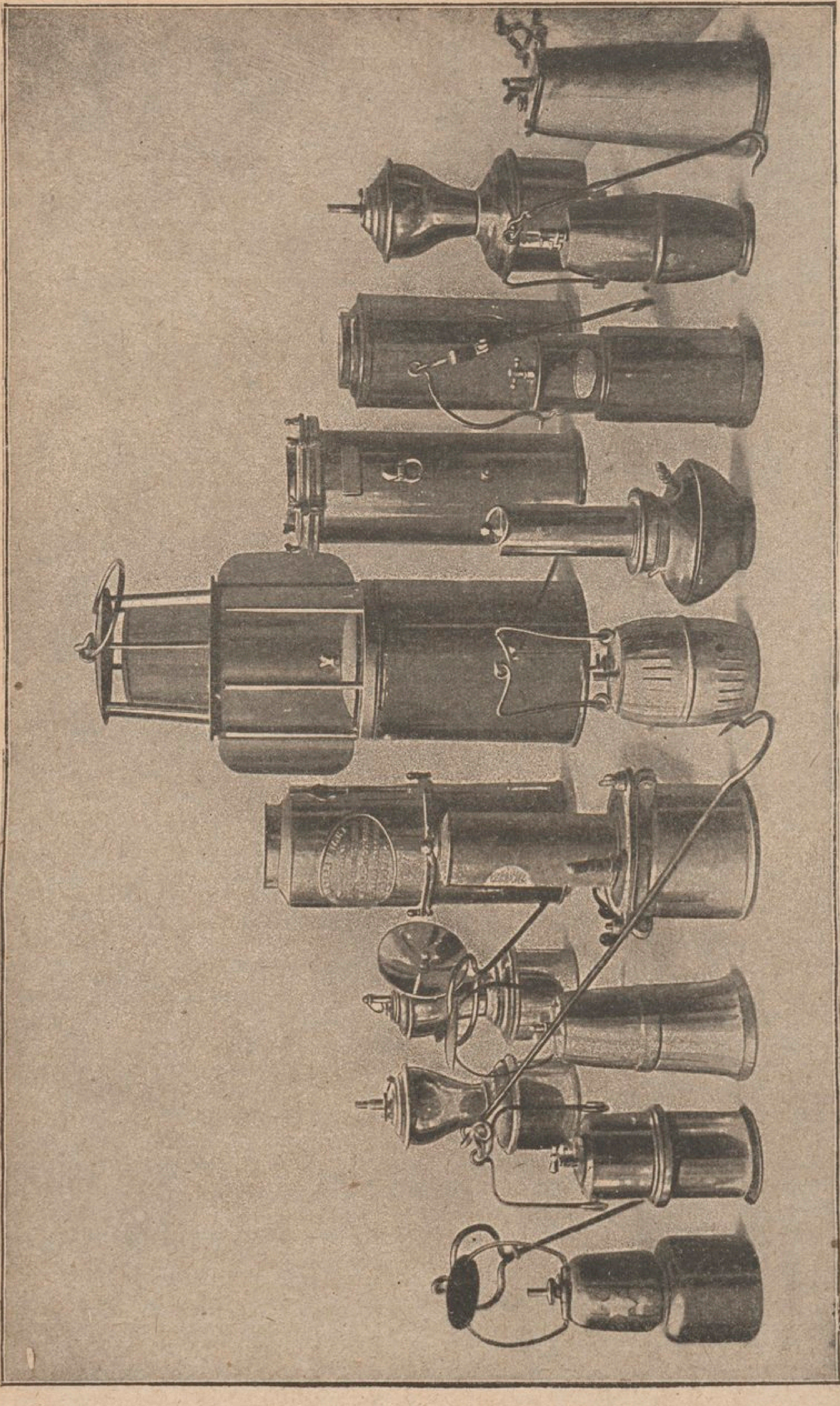


DÉROCHEUSE EN ACTION SUR LES CHANTIERS D'UN AQUEDUC SOUTERRAIN

L'Etat de New-York a fait construire, pour l'alimentation en eau de sa capitale, l'aqueduc colossal de Catskill, partiellement établi en tunnel. La machine représentée ci-dessus évacue les déblais de la galerie après l'explosion d'une mine qui a fait tomber d'un seul coup plusieurs mètres cubes de pierres.

Le rendement d'une machine N° 4 dans une mine de plomb à Flat River (Minnesota) a atteint environ une tonne à la minute, soit 6.000 à 8.000 tonnes par mois. Dans une mine de sel gemme, à Retsof (Etat de New-York), un seul appareil a enlevé de 250 à 300 tonnes par journée de neuf heures. La consommation de courant est voisine de 0, 22 kilowatt-heure par tonne de minerai chargée. On peut mettre en tas ou en wagon des morceaux pesant jusqu'à 450 kilogrammes.

CHARLES BERNIER.



TYPES DIVERS DE LAMPES PORTATIVES A ACÉTYLÈNE : LAMPES DE MINES, LAMPES DE CAVES, LAMPES D'ATELIERS, ETC...

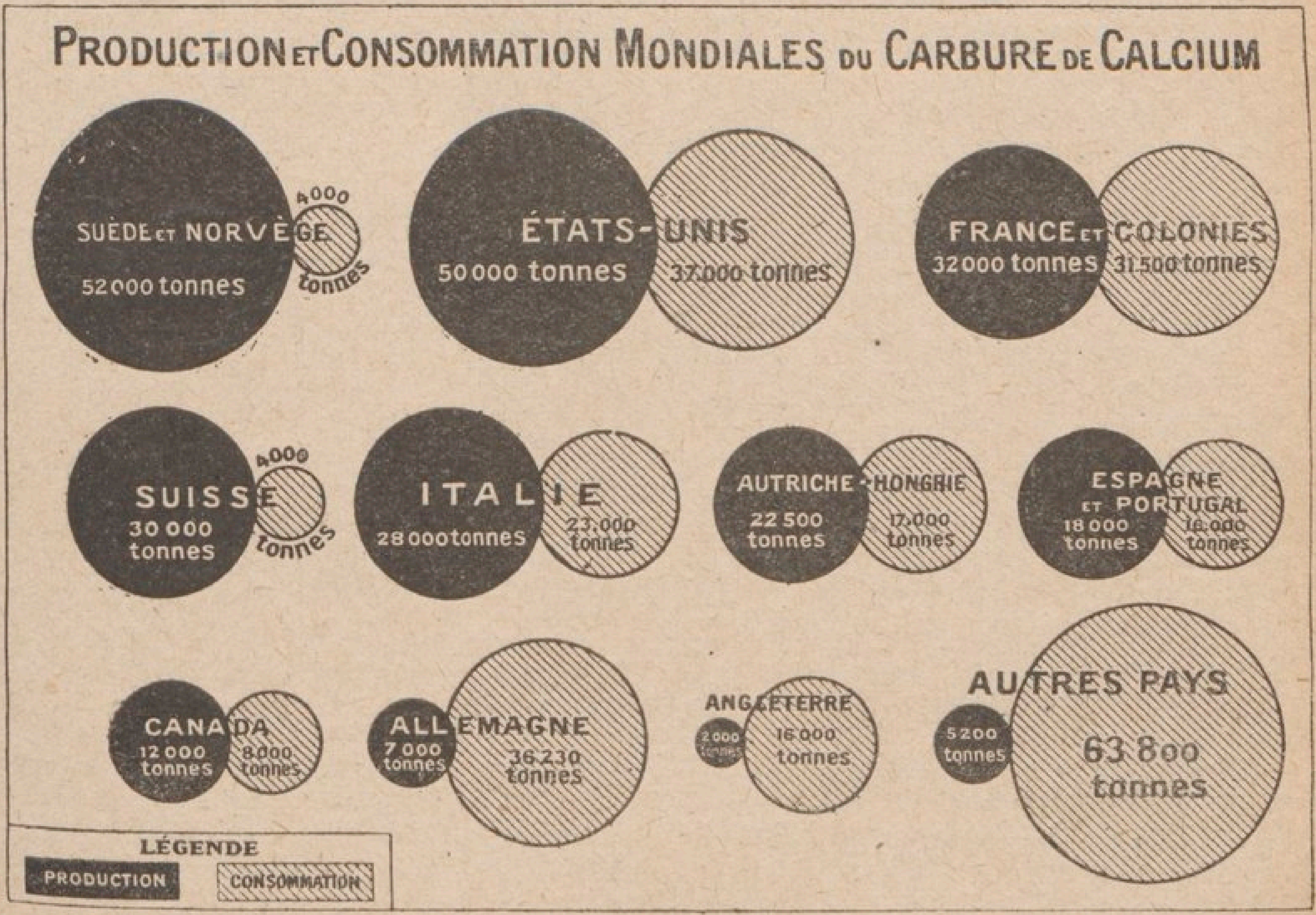
ON PEUT, SI L'ON VEUT, S'ÉCLAIRER, SE CHAUFFER ET FAIRE SA CUISINE A L'ACÉTYLÈNE

Par François de GRANDVAL

L'ÉCLAIRAGE par l'acétylène est, incontestablement, le dernier venu ; bien que ses premières applications pratiques ne remontent guère qu'à une vingtaine d'années, il a, grâce à ses avantages, à la multiplicité des appareils qui permettent son utilisation en toutes circonstances, et malgré les entraves diverses que l'industrie de l'acétylène a rencontrées à ses débuts, pris un développement considérable, tant en France et dans ses colonies qu'à l'étranger.

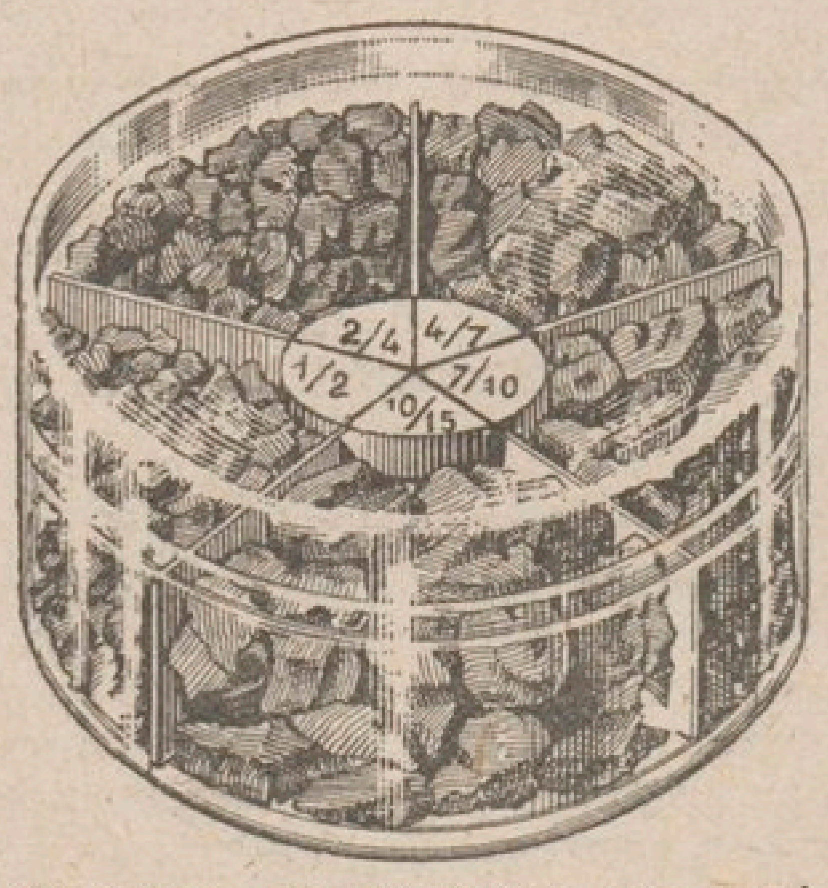
Si le grand public, auquel l'usage de l'acétylène n'a guère été révélé que par l'éclairage des automobiles, de quelques chantiers et des baraques foraines, ignore, en général, les progrès de cette industrie, c'est, tout d'abord, parce que ses principales applications sont effectuées dans les endroits où les autres procédés de lumière ne donnent pas de résultats satisfaisants ou présentent de trop grandes difficultés d'installation. C'est peut-être aussi parce qu'il garde le souvenir peu agréable de quelques accidents provoqués plus souvent par l'ignorance des « usagers » que par les imperfections des appareils.

Il n'en existait pas moins, avant la guerre, en France, treize usines fabriquant annuellement 32.000 tonnes de carbure de calcium, leur production dépassant de 500 tonnes la consommation totale de notre pays et de ses colonies. Deux cent vingt-sept villes de 600 à 5.000 habitants, douze châteaux, et un certain nombre d'hôtels et villas étaient éclairés à l'acétylène. Ce mode d'éclairage donnait satisfaction à tous ceux qui, faute de gaz et d'électricité, avaient été très heureux de pouvoir utiliser les propriétés très remarquables du carbure de calcium.



Voici, d'après l'annuaire international de l'acétylène, la statistique mondiale des villes usant de cet éclairage économique.

France et Algérie...	227
Etats-Unis et Canada............	225
Allemagne.........	151
Italie.............	126
Autriche-Hongrie ..	35
Suisse.............	26
Grande-Bretagne...	19
Belgique et Hollande	17
Espagne et Portugal	15
Pays scandinaves...	15
Grèce et Turquie...	8
Roumanie.........	1
Autres pays........	100
TOTAL...	965



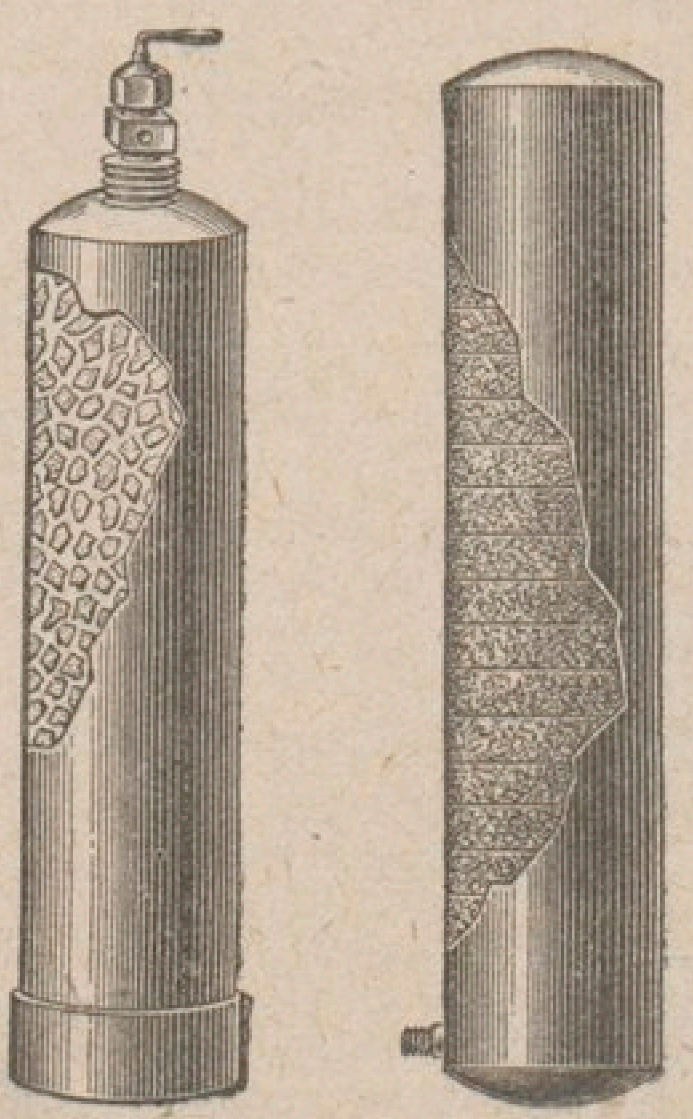
CARBURE DE CALCIUM GRANULÉ DE DIFFÉRENTES GROSSEURS

L'acétylène.

L'acétylène fut découvert en 1836 par Humphry Davy, mais, jusqu'à l'année 1892, où les travaux du chimiste Moissan préparèrent la réalisation de la fabrication industrielle du carbure de calcium, il resta un gaz de laboratoire. C'est à M. Bullier, dont le premier brevet fut pris le 9 février 1894, que revient l'honneur d'avoir rendu pratiques les procédés de fabrication du carbure et, par conséquent, la production de ce gaz.

On obtient l'acétylène par la décomposition du carbure de calcium au contact de l'eau. Chimiquement, c'est un carbure d'hydrogène qui contient 92,3 % de carbone et 7,7 d'hydrogène. Il est, de tous les hydrocarbures, le plus riche en carbone. Un litre d'acétylène pèse 1 gr. 176. C'est un gaz incolore qui, à *l'état pur, ou même purifié,* émet une odeur nullement désagréable, rappelant un peu celle de l'éther.

Il est soluble dans un grand nombre de liquides, et particulièrement dans l'acétone, qui, à la pression atmosphérique, en dissout vingt-cinq fois son volume. Cette propriété est utilisée dans la fabrication, sous pression, de l'*acétylène dissous.*


RÉCIPIENTS D'ACÉTYLÈNE DISSOUS

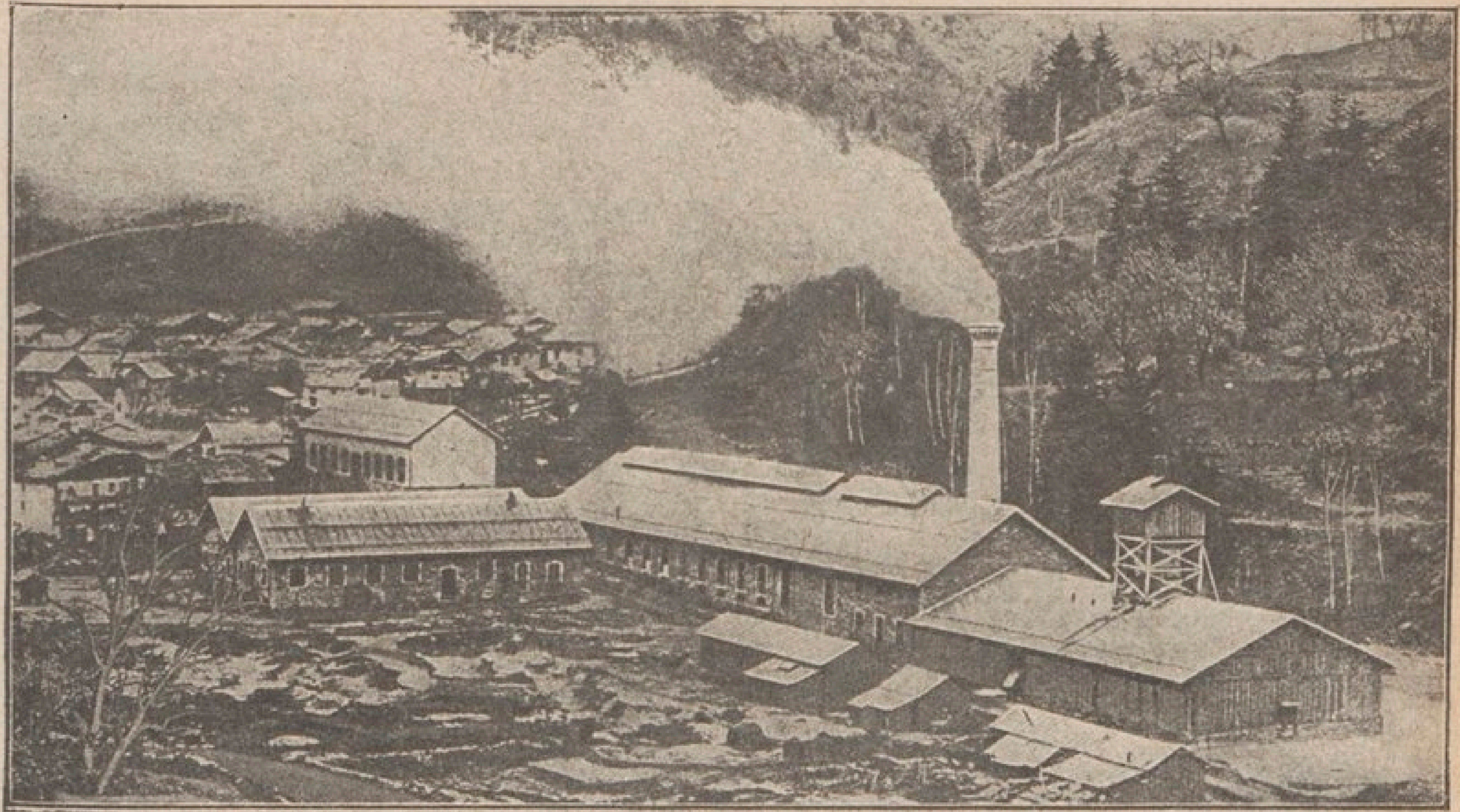
Le gaz, soigneusement épuré et refroidi, est comprimé à une pression de 10 kilos dans des récipients métalliques remplis de matières poreuses imbibées d'acétone. Tout danger d'explosion est ainsi écarté.

L'acétylène, grâce à la proportion considérable de carbone qui entre dans sa composition, fournit, en brûlant, une flamme dont le pouvoir éclairant est, suivant le degré d'épuration, de quinze à vingt fois supérieur à celui du gaz de houille brûlé par des becs papillon.

Pour obtenir le pouvoir éclairant d'un bec Carcel de dix bougies, il faut une consommation horaire de 6 à 7 litres d'acétylène pour les becs conjugués ordinaires; le même résultat, avec le gaz de houille, ne s'obtient qu'avec une consommation horaire de 100 à 120 litres. Si l'on emploie les becs à incandescence, le carcel-heure de 10 bougies ne demande pas plus de 2 litres et demi à 3 litres d'acétylène.

Ce pouvoir éclairant, joint au prix relativement bas du carbure de calcium, fait de l'éclairage par l'acétylène le moins cher des éclairages domestiques. Le tableau comparatif des différents éclairages d'une maison établi par l'Office central de l'Acétylène (voir page 292), bien que mettant le prix de revient de ce gaz très audessus du prix normal, montre qu'il existe, avec les autres modes d'éclairage, une forte différence en sa faveur.

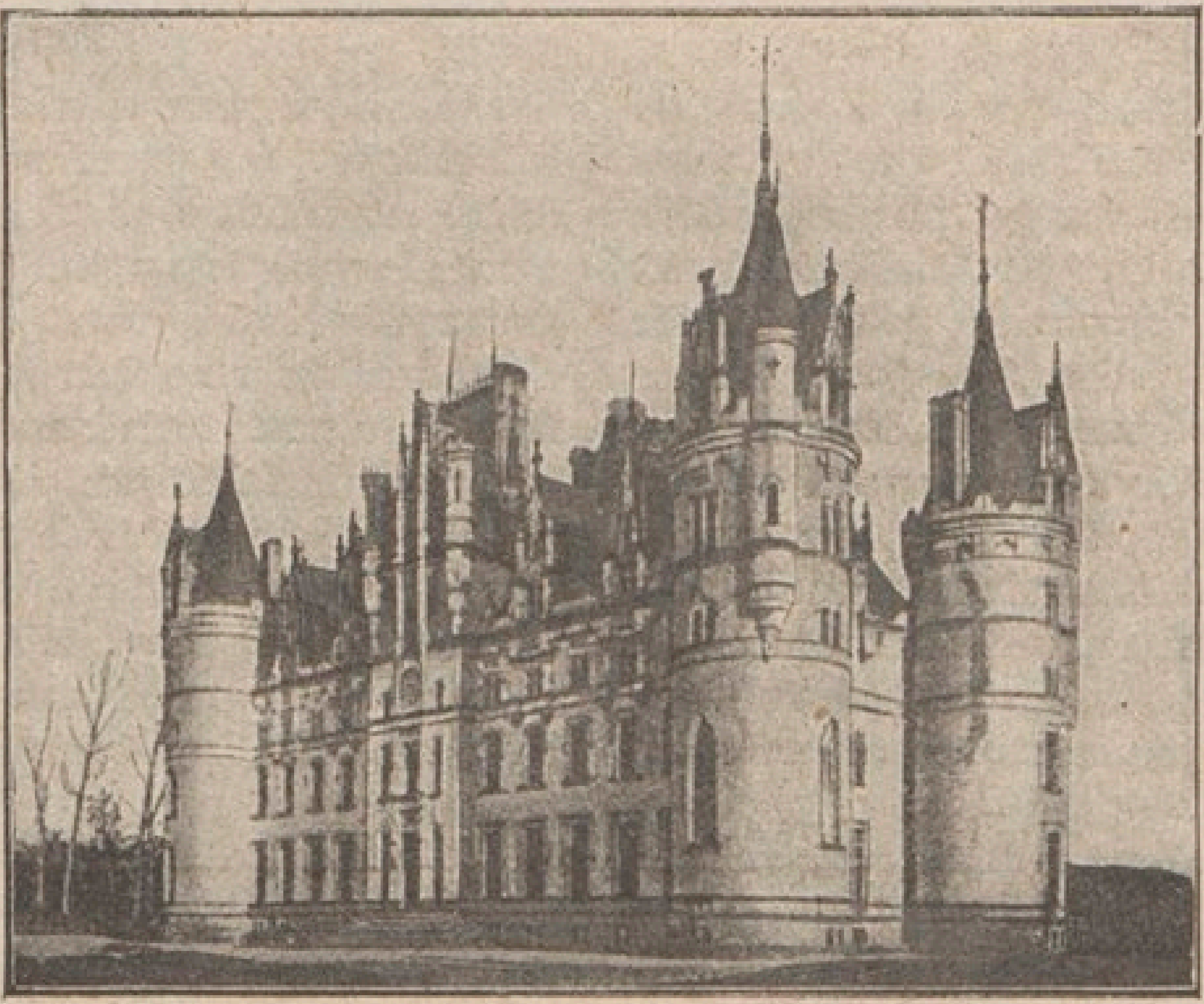
Au point de vue de l'hygiène, l'acétylène présente également de sérieux avantages sur la plupart des autres modes d'éclairage : il n'est pas toxique, et, comme, par rapport à la quantité de gaz mise en jeu, il possède un pouvoir éclairant beaucoup plus élevé que les autres hydrocarbures, les produits de sa combustion sont en quantités très faibles et vicient beaucoup moins l'atmosphère des locaux où l'on en fait usage. D'autre part, l'acétylène non comprimé, tel qu'il est utilisé pour l'éclairage domestique, ne peut exploser au contact d'un corps incandescent ou d'une étincelle quelconque, que s'il est mélangé de trois à dix fois son volume d'air.



VUE GÉNÉRALE DES USINES DE CARBURE DE CALCIUM DE BOZEL (SAVOIE)

Ses dangers sont les mêmes que ceux de tous les gaz employés à l'éclairage et, par conséquent, l'on doit prendre des précautions identiques pour éviter les accidents.

Appliqué au chauffage domestique, l'acétylène a donné de bons résultats; cependant, le mètre cube de gaz de houille coûtant, en moyenne, 0 fr. 25 et le mètre cube d'acétylène, 1 fr. 25, ce chauffage revient à un prix un peu plus élevé, bien que la chaleur développée par la combustion du gaz de houille soit trois fois moindre que celle qui provient de l'acétylène.



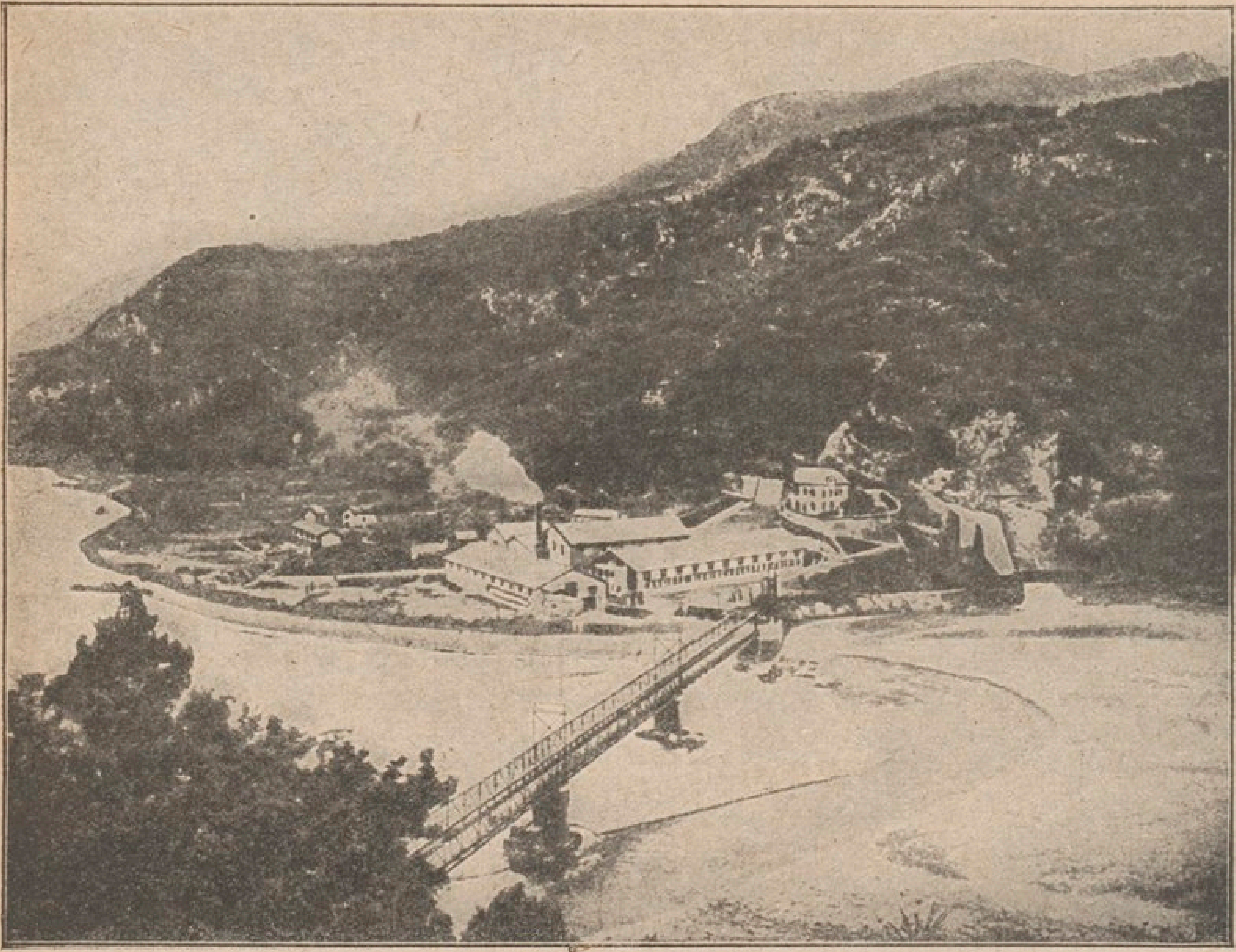
CHATEAU DE CHALAIN-LA-POTHERIE (MAINE-ET-LOIRE)

Cette magnifique résidence, complètement éclairée à l'acétylène, comporte une installation de 240 becs.

Le carbure de calcium.

Le carbure de calcium qui, chimiquement, est une combinaison de 1 atome de calcium avec 2 atomes de carbone, n'est pas un produit naturel : il est fabriqué industriellement par la fusion, sous la chaleur de 3.000 à 3.500 degrés, développée par l'arc électrique, d'un mélange de chaux et de charbon. Il se présente sous la forme d'une matière possédant la dureté de la pierre, d'une couleur qui varie du gris terreux au noir luisant. Sa texture est généralement massive et cristalline. Son aspect extérieur dépendant simplement de la rapidité plus ou moins grande du refroidissement des coulées à la sortie du four électrique, sa couleur ni sa texture ne peuvent permettre d'en apprécier la qualité.

Au contact de l'eau, il se décompose en acétylène et oxyde de calcium ; un kilogramme de carbure produit, théoriquement, 348 litres de gaz. Pratiquement, ce produit est vendu, en France, sous la garantie de rendement de 300 litres d'acétylène par kilogramme (mesurés à la pression de 760 mm. et à la température de 15°) pour les carbures *tout venant* et *concassé*.



VUE A VOL D'OISEAU DES USINES DE CARBURE DE CALCIUM DE PLAN-DU-VAR (VAR)

La fabrication économique du carbure de calcium ne peut être réalisée que dans des usines électriques alimentées par la houille blanche, c'est-à-dire une chute d'eau, étant donnée la force nécessaire pour obtenir des courants assez puissants pour fondre le mélange de charbon et de chaux.

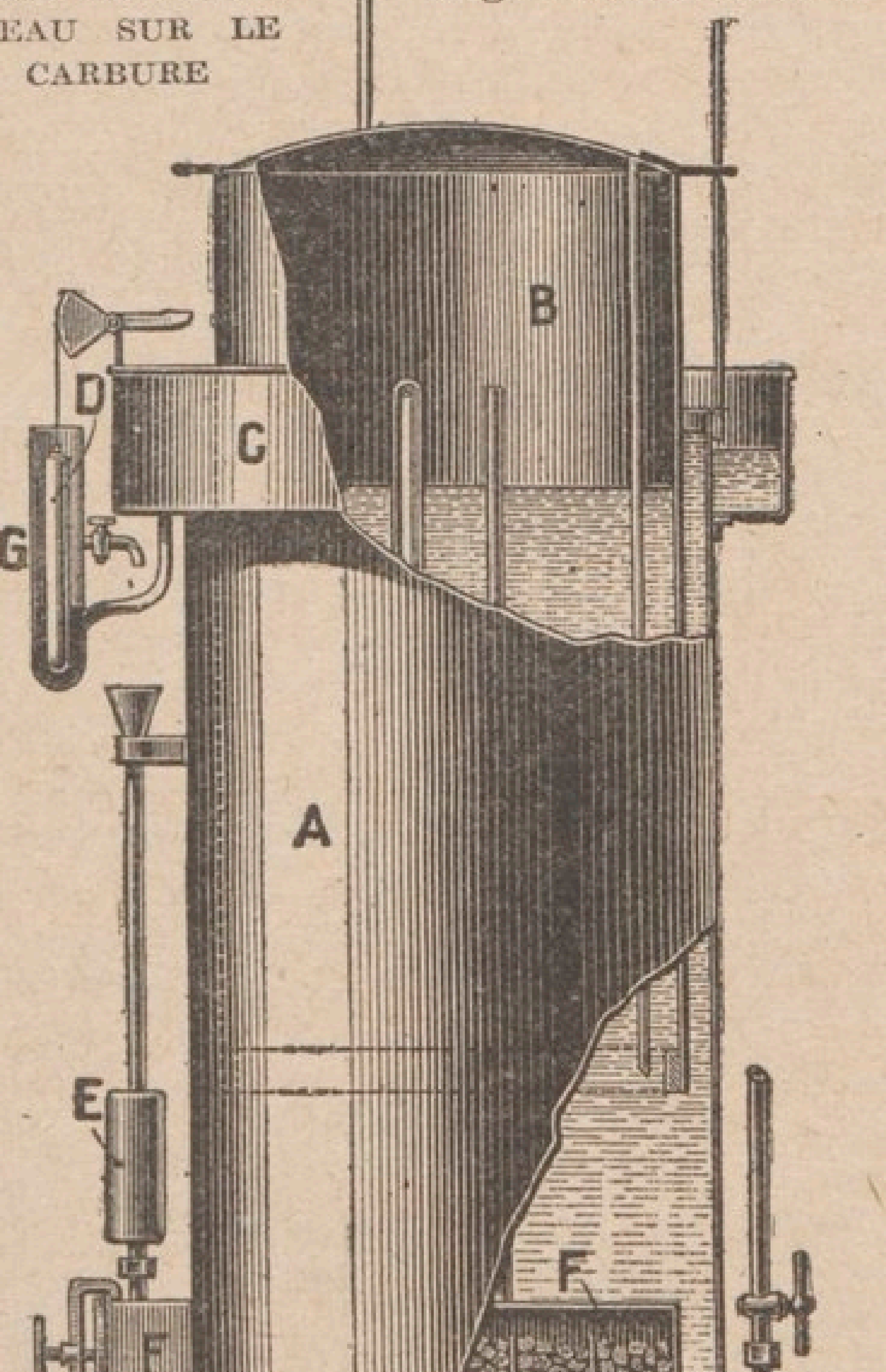
Une usine à carbure comprend, tout d'abord, les travaux effectués pour capter la chute d'eau, qui doit avoir le plus de hauteur possible, ce qui amène à construire le barrage parfois très loin des bâtiments principaux où l'eau est amenée par une conduite dont la longueur atteint souvent plusieurs kilomètres. La première partie de la conduite est ordinairement construite en ciment armé; les autres parties, où la pression s'élève progressivement, sont composées de tubes de tôle d'acier renforcés aux joints par des frettes d'une résistance considérable.

La conduite aboutit à la « salle des machines » où elle est divisée pour donner la force aux *groupes électrogènes* composés d'une turbine accouplée directement à un alternateur où à une dynamo, qu'elle entraîne avec une grande vitesse ; l'effet moteur pro-

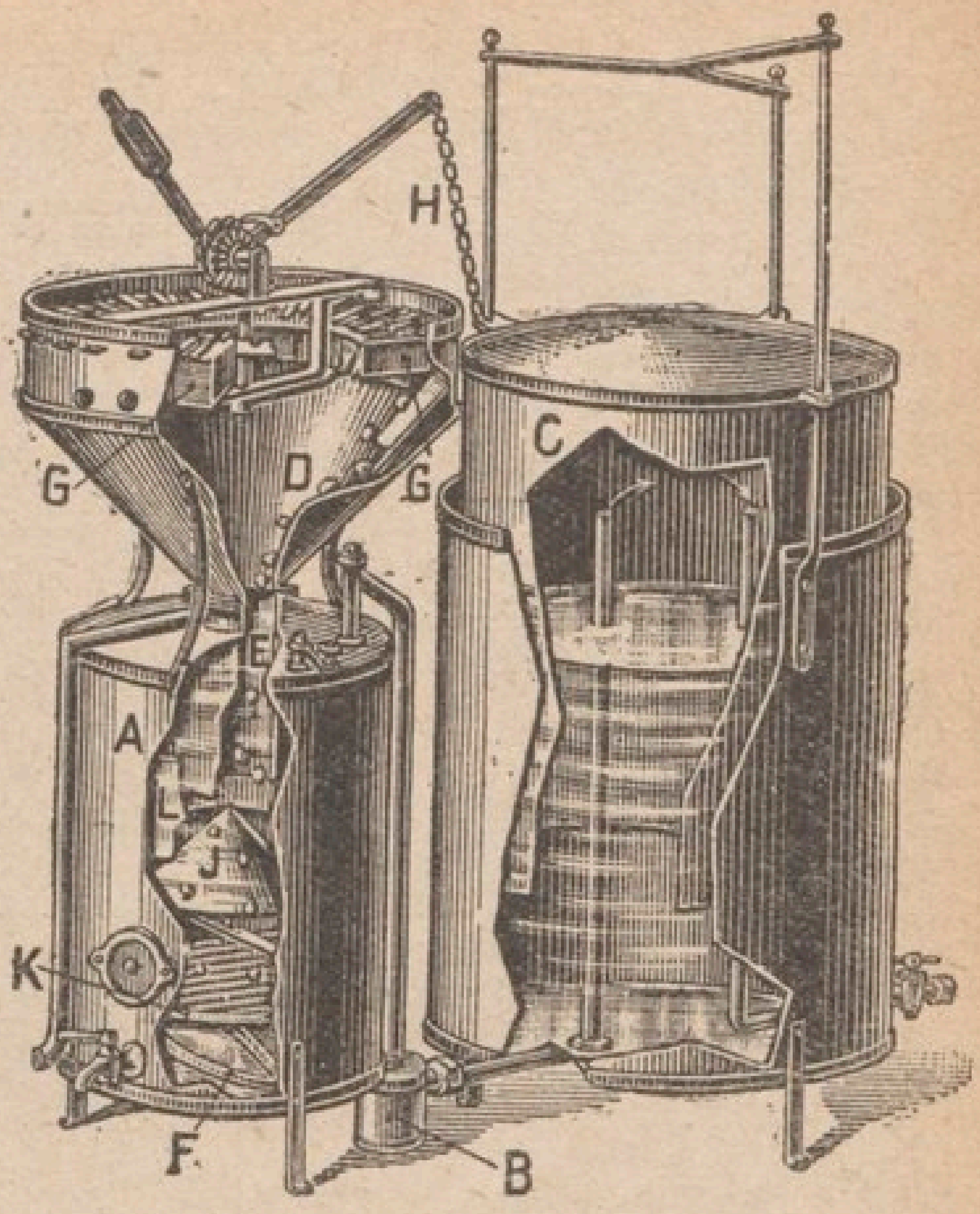
MODES D'ÉCLAIRAGE	PRIX UNITAIRE *(avant la guerre)*	BECS OU FOYERS	CONSOMMATION par foyer de 10 bougies-heure	PRIX DES 5 BECS
Acétylène	1 fr. 25 le m³	Incandescence	12 litres	82 fr. 15
Gaz de houille.	0 fr. 25 le m³	Incandescence	80 litres	109 fr. 50
Electricité....	0 fr. 06 l'hw.	Lampe à filament métallique	52 watts	170 fr. 80
Essence.....	0 fr. 40 le litre	Becs à incandescence	8 centilitres	175 fr. 20
Acétylène	1 fr. 25 le m³	Becs ordinaires	27 litres	184 fr. 80
Pétrole......	0 fr. 40 le litre	Bonnes lampes	12 centilitres	262 fr. 80
Electricité....	0 fr. 06 l'hw.	Lampes à filament de carbone	128 watts	420 fr. 48

duit, l'eau est canalisée vers la rivière voisine. Le courant électrique engendré par les dynamos est dirigé sur les fours à carbure préalablement remplis d'un mélange intime de cinquante-six parties de chaux soigneusement concassée et de trente-cinq parties de coke ou d'anthracite d'excellente qualité, préalablement soumis à une dessiccation parfaite. Au passage du courant, la réaction se produit, grâce à la température très élevée de l'arc électrique; le carbure liquide coule et se solidifie en blocs plus ou moins gros, qui, dès leur refroidissement, sont dirigés sur les salles de concassage où ils passent dans de puissants broyeurs. Un jeu de tamis élimine automatiquement les poussières, et divise les morceaux suivant leur taille. Une partie du carbure concassé est soumise à l'appareil granulateur d'où il sort en grains réguliers, tamisés ensuite aux diamètres voulus. Le produit est immédiatement emballé dans des fûts ou bidons en tôle ondulée dont le couvercle hermétique est très soigneusement soudé.

APPAREIL « HYDRAR » A CHUTE D'EAU SUR LE CARBURE



A, cuve du gazomètre mobile; B, *gazomètre;* C, *réservoir d'eau de décomposition;* D *et* G, *dispositifs d'écoulement d'eau;* E, *boîte hydraulique;* FF, *générateurs.*



APPAREIL AUTOMATIQUE A CHUTE DE CARBURE DANS L'EAU

Il est très fréquemment utilisé et présente le maximum de sécurité

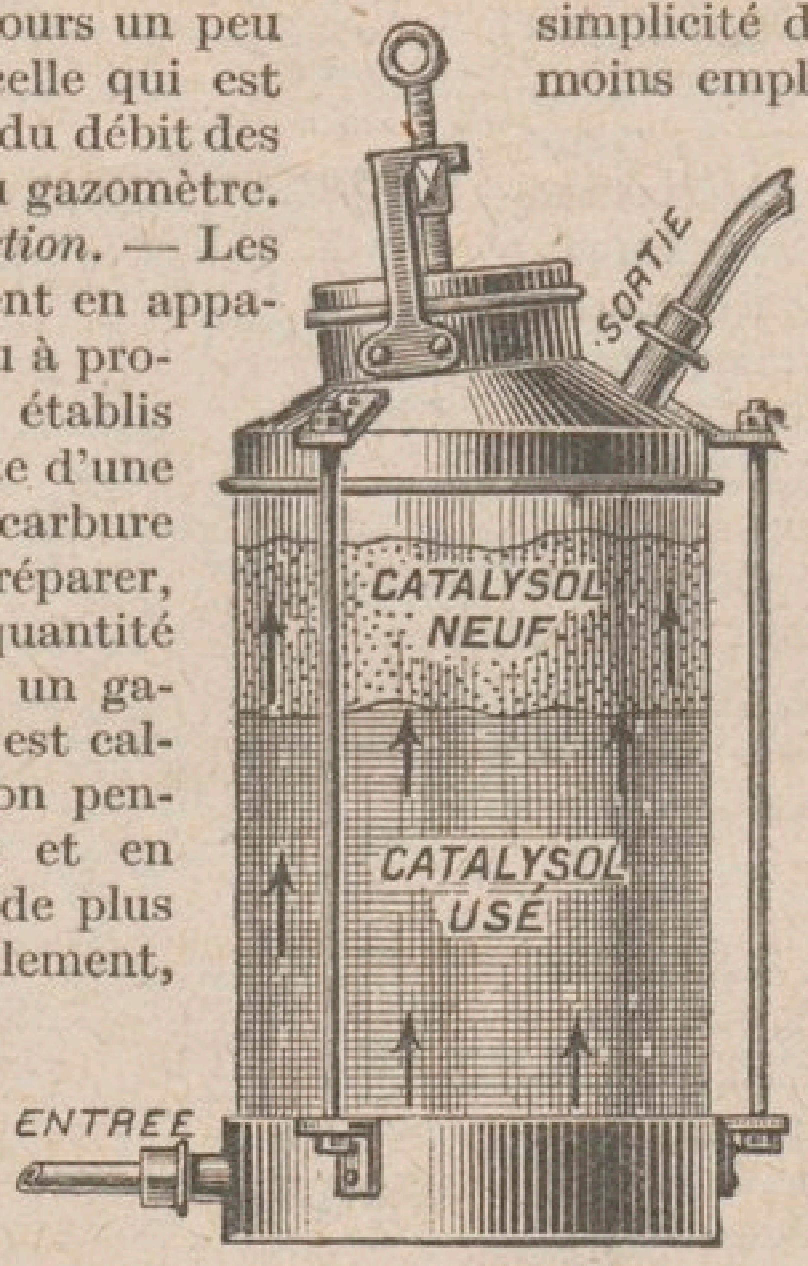
En dehors de ces carbures courants, on emploie encore les carbures imprégnés de pétrole ou enrobés pour obtenir une attaque de l'eau plus régulière dans les appareils portatifs; des carbures très fortement comprimés en pains cylindriques ou prismatiques destinés à certaines lampes ou appareils spéciaux tels que la lampe *delta;* enfin, des carbures très finement granulés.

Eclairages domestiques par l'acétylène au moyen d'installations fixes.

Qu'il s'agisse de l'éclairage d'une petite ville, d'un château, d'un établissement commercial ou d'une modeste villa, une installation fixe comprend toujours : un générateur, avec son épurateur, un gazomètre muni de ses appareils de sûreté, une canalisation principale avec ses dérivations et sa robinetterie, enfin, les becs, de systèmes et de débits différents, suivant la nature, la surface et la destination des locaux à éclairer.

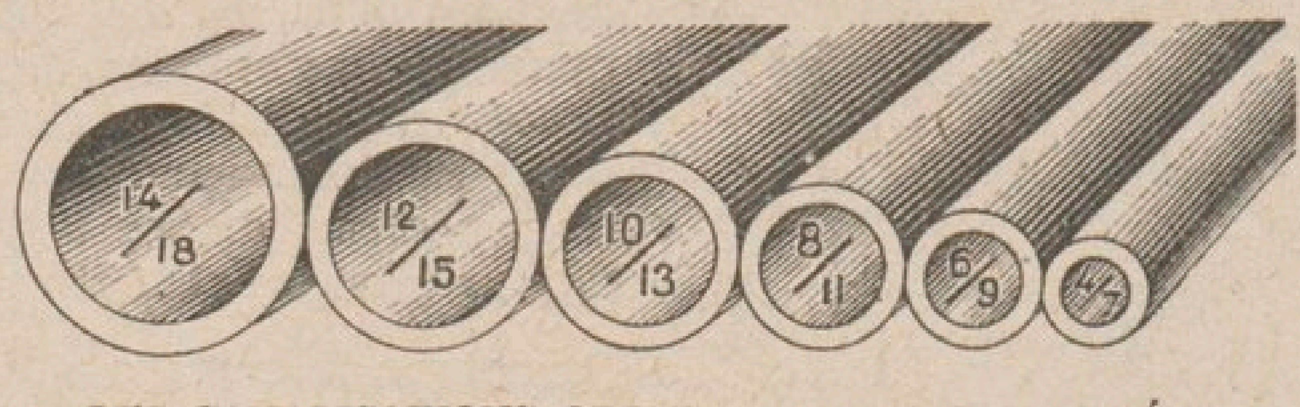
Le projet d'une installation fixe d'éclairage par l'acétylène comporte, tout d'abord, la détermination précise du nombre de becs, leur débit total et partiel, le calcul du diamètre de la canalisation principale, qui doit être suffisant pour amener le volume de gaz nécessaire à l'alimentation des diverses dérivations conduisant aux becs, l'emplacement des siphons pour la « purge » des con-

duites, etc. Puis, pour le choix d'un appareil, le calcul aussi exact que possible de sa puissance, qui doit être toujours un peu plus considérable que celle qui est donnée par l'évaluation du débit des becs et de la capacité du gazomètre.



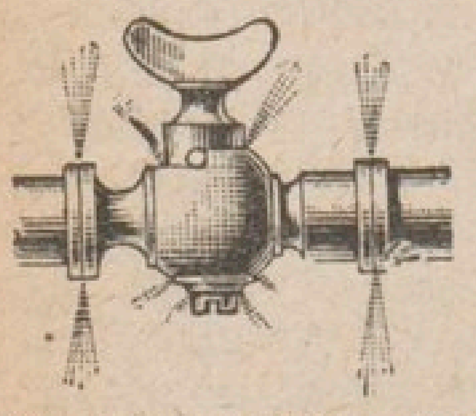
UN ÉPURATEUR ÉCONOMIQUE

Les appareils de production. — Les appareils fixes se divisent en appareils *non automatiques* ou à production intermittente, établis sur le principe de la chute d'une certaine quantité de carbure dans l'eau, servant à préparer, *à l'avance*, le gaz en quantité suffisante pour remplir un gazomètre dont le volume est calculé sur la consommation pendant un temps prévu ; et en appareils *automatiques*, de plus en plus employés actuellement, dans lesquels le gaz est produit au fur et à mesure de la consommation. Ces appareils se construisent : à chute d'eau, à contact, et à chute de carbure dans l'eau. Dans les appareils à chute d'eau, tels que l'*Hydrar*, représenté page 293, le fonctionnement se produit par l'abaissement automatique de la cloche mobile du gazomètre qui, au moyen d'un levier ou d'un index, commande le dispositif d'ouverture du tube d'évacuation du réservoir d'eau. Dans le cas où le gazomètre est du type « à refoulement », c'est la dénivellation du liquide qui provoque, soit en découvrant une ouverture, soit en déplaçant un pointeau, la chute de l'eau sur le carbure.



LES CANALISATIONS ORDINAIREMENT EMPLOYÉES

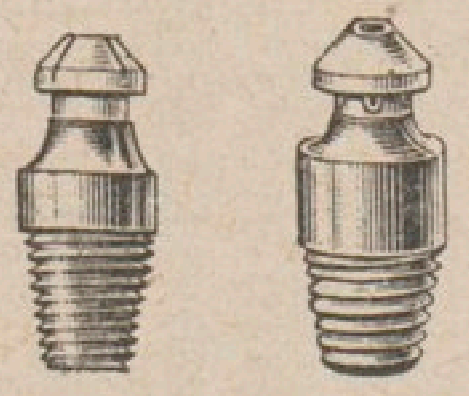
Les appareils à contact peuvent être à carbure fixe et à eau mobile ou à eau fixe et à carbure mobile; dans ce dernier cas, le carbure, placé dans un panier métallique suspendu à l'intérieur de la cloche du gazomètre, vient en contact avec le liquide dès que le volume du gaz, en diminuant, cause la descente de la cloche. Ces appareils, dans lesquels se produit toujours un échauffement assez considérable, et dont le gaz est toujours impur, sont, malgré la simplicité de leur construction, de moins en moins employés dans les installations fixes.


UN ROBINET ET SES POINTS DE FUITE

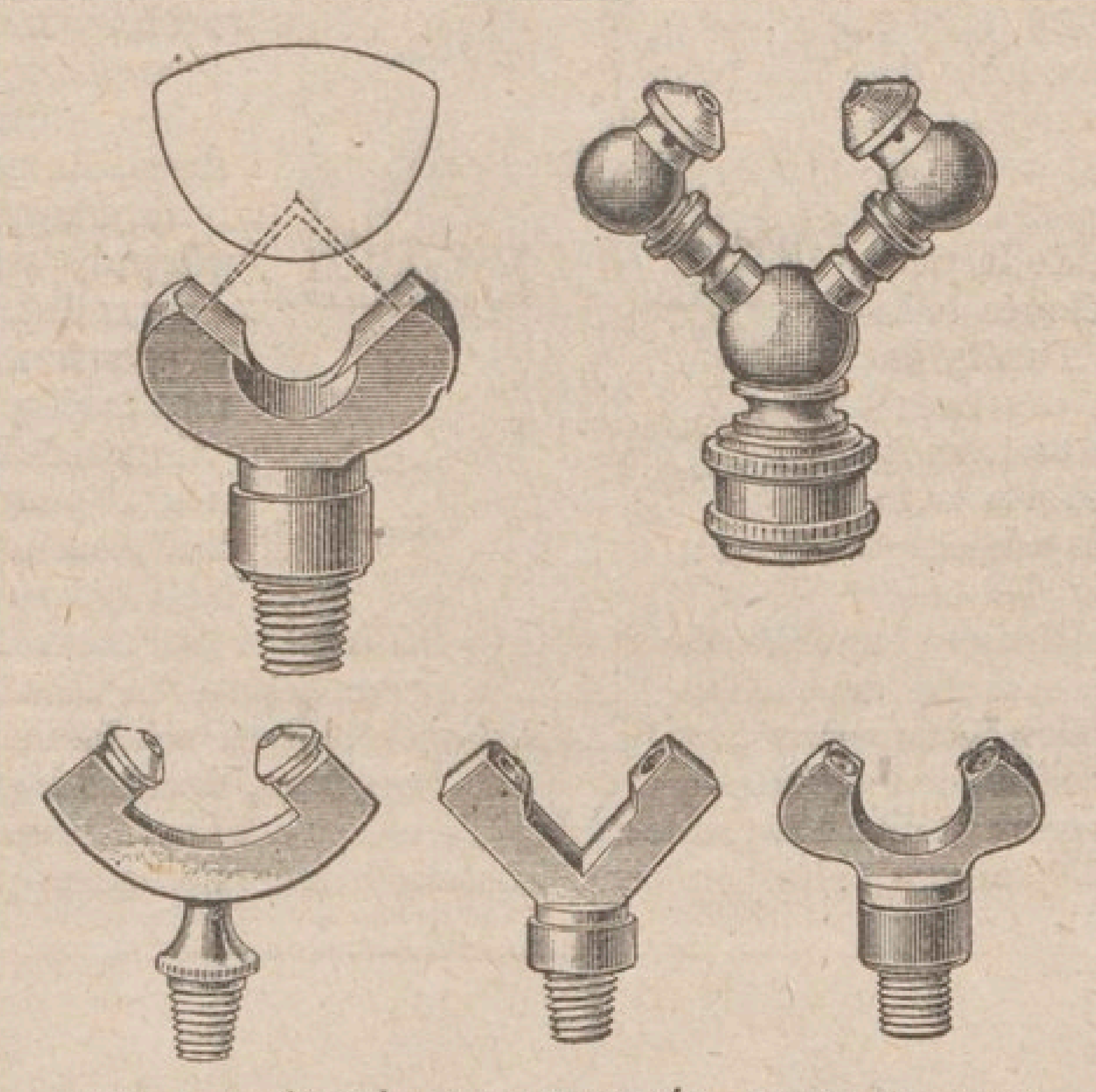
Les appareils à chute de carbure — tout venant ou granulé — bien que de dimensions plus encombrantes à débit égal, sont souvent préférés aux autres parce que le gaz y est produit à froid, exempt d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré; d'autre part, leur débit est plus facilement réglable et leur nettoyage, toujours assez commode, peut se faire automatiquement.

Les meilleurs de ces appareils sont ceux dans lesquels la chute automatique du carbure est rigoureusement fractionnée à l'aide d'un dispositif tel qu'une roue à augets. Ceux dont la distribution se fait par cône, soupape ou clapet, présentent toujours un certain danger du fait d'une surproduction considérable de gaz qui surviendrait, au cas toujours possible où, par suite du mauvais fonctionnement du clapet, ou pour toute autre cause, toute la provision de carbure tomberait à la fois dans l'eau.

Les appareils d'épuration. — Quelle que soit la perfection du générateur employé avec un carbure d'une qualité supérieure, l'acétylène sortant des appareils de production contient toujours : de la vapeur d'eau qui se condense dans les canalisations ; des poussières de chaux qui, avec l'humidité, provoquent l'obstruction des canalisations et des becs; de l'ammoniaque qui oxyde et fait gripper les robinets ; de l'hydrogène sulfuré qui, à la combustion, noircit et abîme les appartements ; enfin, de l'hydrogène phosphoré qui, en si petite quantité qu'il soit, encrasse fortement les becs, détruit les manchons à incandescence, et vicie très désagréablement l'atmosphère des locaux éclairés.

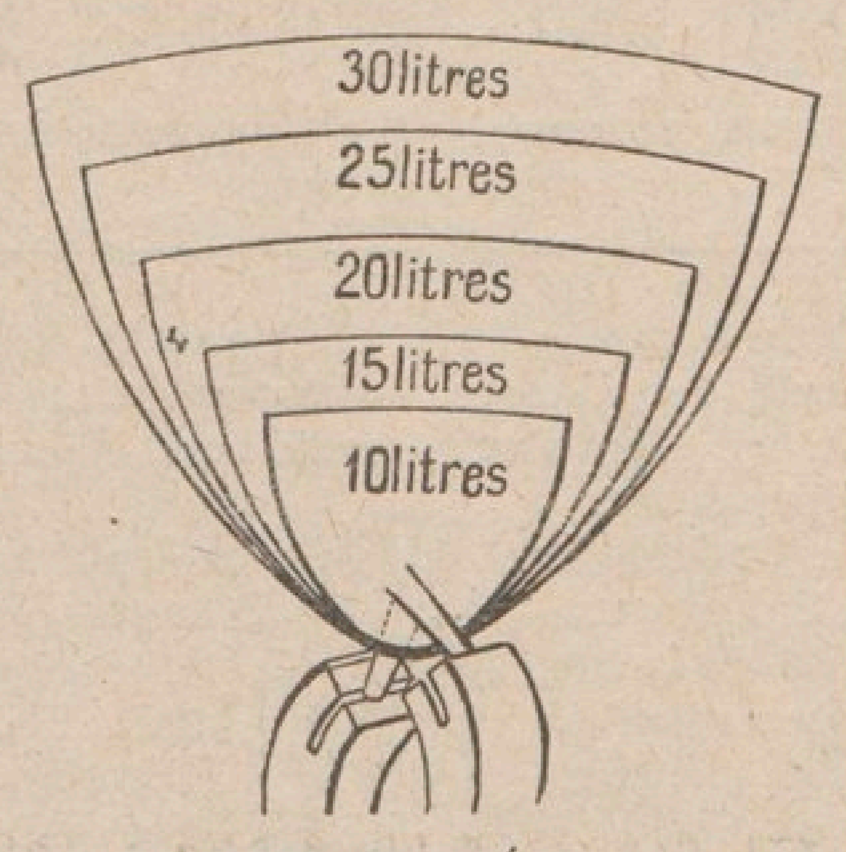

DEUX TYPES DE BECS A JET

Dès l'invention des premiers appareils à acétylène, les constructeurs ont essayé, par divers moyens, d'obtenir l'épuration du gaz ; d'abord le lavage, pratiqué en faisant « barboter » l'acétylène sortant par un tube à nombreux orifices au milieu de la masse d'eau. Cette épuration sommaire, encore nécessaire dans certains cas, n'eyant pas donné les résultats attendus, on imagina de mélanger à l'eau certains produits chimiques dont quelques-uns étaient d'emploi quelque peu dangereux. On dut revenir au simple lavage qui, avec l'emploi de condenseurs et de filtreurs dans lesquels le gaz passe à travers une couche de laine, de feutre ou de poussières de coke, de charbon de bois pulvérisé, fut d'une réelle utilité sans toutefois éliminer l'hydrogène phosphoré.



BECS A ACÉTYLÈNE CONJUGUÉS, AVEC OU SANS ENTRAINEMENT D'AIR

Après de laborieuses recherches, les acétylénistes ont enfin trouvé l'épuration à peu près parfaite, et en même temps économique, par des produits chimiques tels que le *Puratylène*, la *Klingerite*, l'*Acagine*, à base d'hypochlorites, l'*Hératol*, à base d'acide chromique, et le *Catalysol*, à base d'oxychlorures ferriques rendus actifs par l'addition de catalyseurs. Ces deux derniers produits, employés dans des appareils appropriés, servent à la fois à la condensation, au filtrage et à l'épuration de l'acétylène. On voit à la page 294 le dessin d'un épurateur utilisant le catalysol régénéré par simple exposition à l'air libre. Le fond de l'appareil est muni d'une grille perforée légèrement surélevée pour répartir également le gaz dans la matière épurante, et porte un robinet ou un bouchon de purge pour évacuer l'eau de condensation.



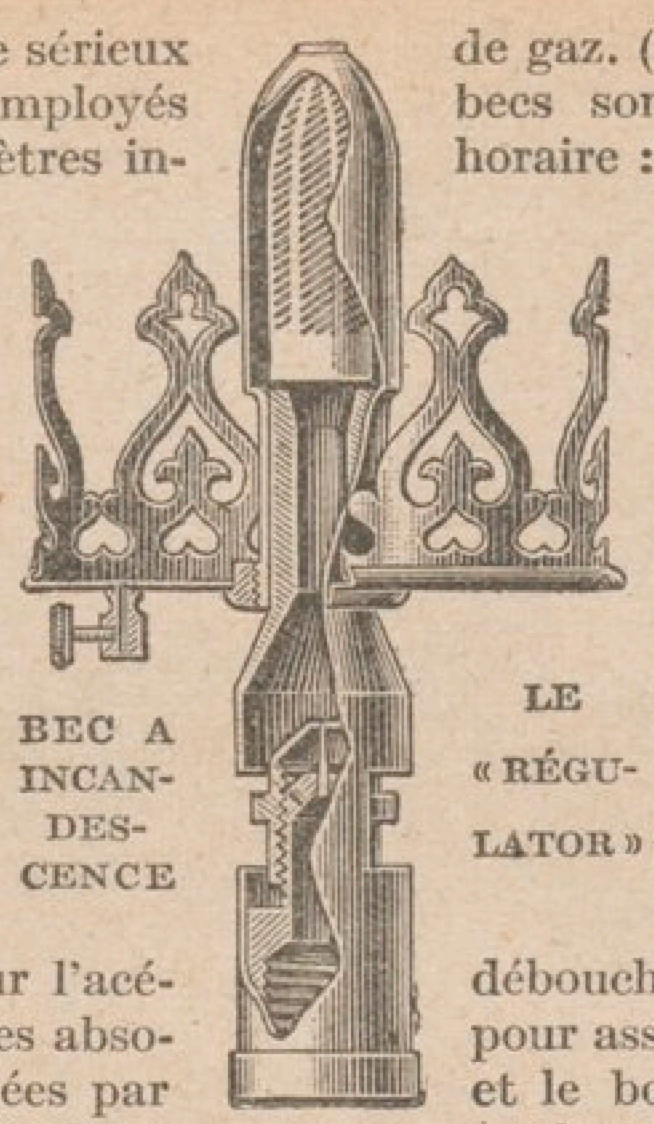
LES FLAMMES DONNÉES PAR LES BECS CONJUGUÉS *(grandeur réelle)*

Les appareils : générateurs, gazomètres, épurateurs, doivent toujours être placés en dehors des habitations, abrités contre le froid et les intempéries, dans un local bien aéré et éclairé pour éviter l'usage toujours très dangereux d'une lumière artificielle.

Les canalisations. — L'établissement régulier des canalisations est une des conditions indispensables au bon fonctionnement des installations d'éclairage. Le diamètre à donner aux tuyaux dépend essentiellement de la longueur de la canalisation, et du débit des becs. Si, pour de petites installations, on se contente d'indications données d'avance, en vue des éclairages de cinq à vingt becs, par des acétylénistes qui ont spécialement étudié la question au point de vue pratique, les calculs les plus rigoureux s'imposent lorsqu'il s'agit d'assurer l'égalité de la pression et la régularité du débit dans le cas où l'on utilise un grand nombre de becs, et divers appareils de chauffage, par exemple dans les châteaux et les villas importantes.

En France, les canalisations d'acétylène sont généralement constituées par des tubes

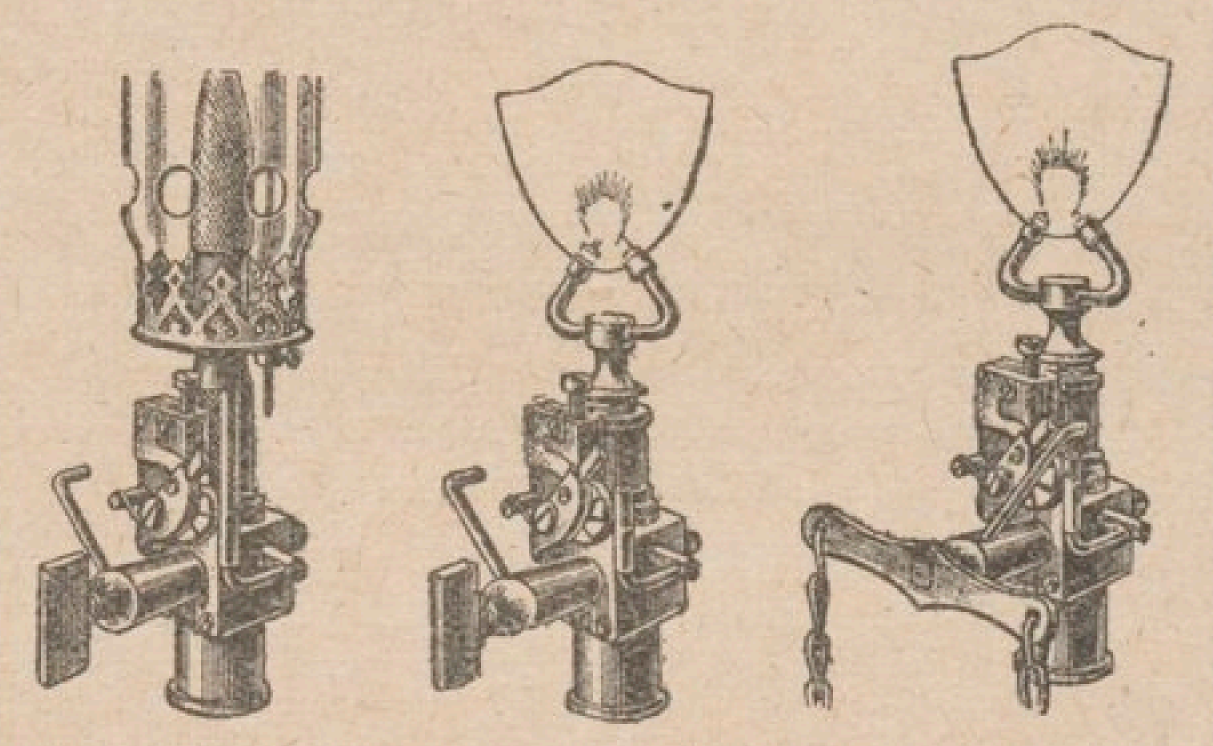
de plomb présentant d'ailleurs de sérieux avantages sur les tubes de fer employés dans les autres pays; les diamètres intérieurs les plus couramment utilisés sont 14, 12, 10, 8, 6 et 4 millimètres. Les soudures des branchements et siphons, les passages de cloisons et de plafonds doivent être spécialement surveillés en raison de la pression relativement élevée à laquelle on emploie l'acétylène pour l'alimentation des becs à incandescence. Contrairement à l'opinion d'un certain nombre de plombiers, les anciennes canalisations de gaz de houille ne peuvent servir utilement pour l'acétylène, à moins de circonstances absolument exceptionnelles. Encrassées par les dépôts de naphtaline et de goudron, établies pour la pression faible à laquelle est distribué le gaz d'éclairage, elles causent d'innombrables ennuis à leurs propriétaires, qui se trouvent bientôt obligés de les remplacer



BEC A INCANDESCENCE — LE « RÉGULATOR »

Les becs.

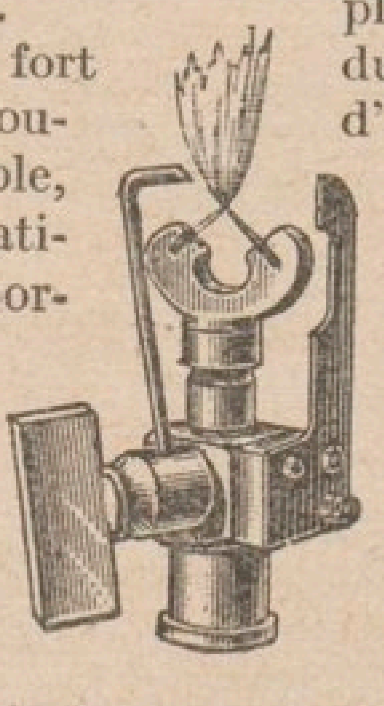
Les *becs à flamme libre* furent les premiers utilisés avec l'acétylène comme avec le gaz de houille; on s'en sert encore presque exclusivement dans certains pays, notamment aux Etats-Unis et au Canada, où le gaz produit par le carbure est d'usage courant sous une pression ne dépassant pas généralement 7 centimètres d'eau.



ALLUMEURS AUTOMATIQUES « AUTOFLAMME » AU FERRO-CÉRIUM

Au début, les systèmes étaient fort nombreux et ne fonctionnaient pas toujours avec toute la régularité désirable, même les becs à débouchage automatique, à tête de cristal et... à prix inabordables. Aujourd'hui, on n'emploie plus couramment que les becs-bougie ou uniflamme, pour les petits éclairages; les becs papillon Bray, et un certain nombre de modèles de « becs conjugués » dont la flamme « papillon », très éclairante, est constituée par la rencontre de deux jets de gaz. (Voir les figures page 295.) Ces becs sont classés suivant leur débit horaire : 10 litres, 15 litres, 20 litres, 25 litres et 30 litres. Ils peuvent, pour la plupart, fonctionner sur les appareils portatifs. Dans les installations fixes, ils se montent sur des lyres, lampes, suspensions, appliques, semblables à celles du gaz de houille. A noter que la pression de l'acétylène permet la disposition, sur les appliques, de becs à flamme libre, sinon renversés, du moins horizontaux ou inclinés. Des nettoyages à la brosse et des débouchages assez fréquents suffisent pour assurer le fonctionnement normal et le bon rendement de la plupart de ces becs, de construction solide.

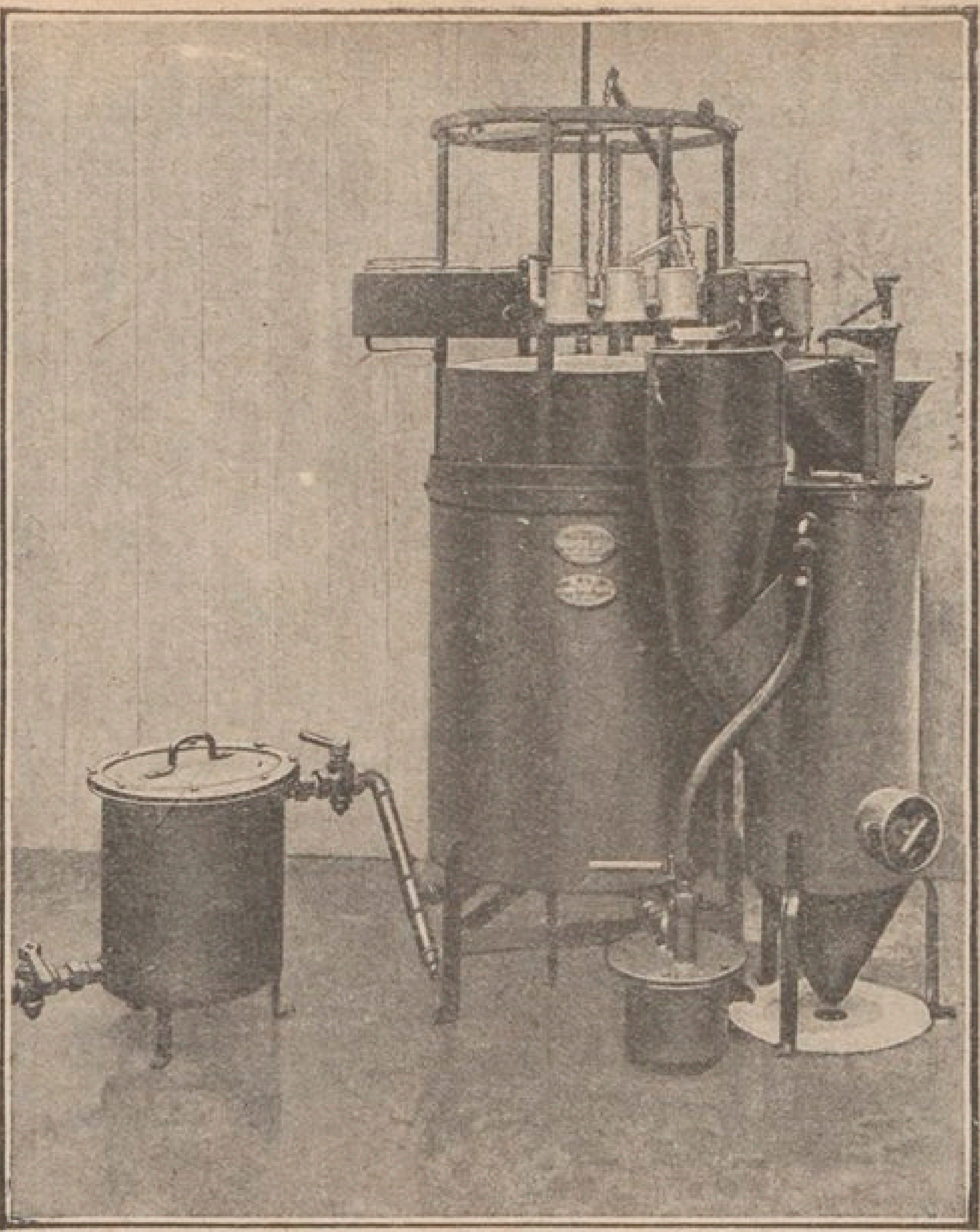
Les becs à incandescence. — Les premiers essais d'incandescence par l'acétylène ne furent pas toujours heureux; mais les inventeurs et praticiens s'ingénièrent à vaincre les difficultés principales résultant de la mauvaise épuration du gaz et de la réalisation d'un bec brûlant à flamme bleue sous basse pression et sans retour de flamme à l'injecteur, car ils avaient immédiatement constaté que la flamme bleue de l'acétylène, obtenue par un brûleur Bunzen, portait les manchons à une incandescence beaucoup plus lumineuse que celle de la flamme du gaz d'éclairage. Depuis une dizaine d'années, les becs à incandescence ont reçu une application vraiment pratique. Ils sont d'usage courant en France, en Belgique et dans les pays du centre de l'Europe, et leur succès est pleinement justifié par leur rendement très élevé, puisque l'économie qu'ils réalisent sur les becs à flamme libre est remarquable, variant suivant l'importance des foyers lumineux de 50 à 70 %.



ALLUMEUR PAR L'ÉLECTRICITÉ

Les becs à incandescence par l'a-

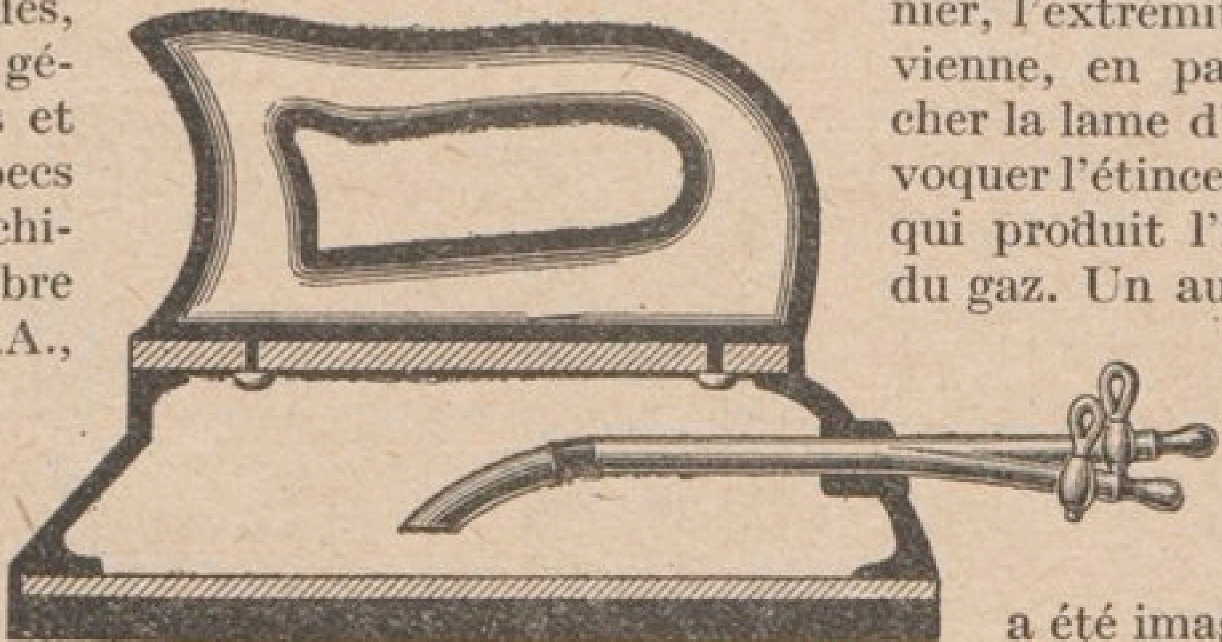
cétylène ne diffèrent pas, en principe, de ceux qui fonctionnent au gaz de houille : ils se composent d'un *bec Bunsen* avec un dispositif permettant le réglage, toujours très délicat, de l'arrivée d'air, d'un manchon et de son support, le tout protégé par un verre cylindrique. Les principales différences résident d'abord dans la taille des appareils, bien moins volumineux pour l'usage de l'acétylène et dans la forme cylindro-conique et la fabrication des manchons, qui nécessite infiniment plus de soins et l'emploi de produits d'une toute autre nature que ceux avec lesquels on obtient les manchons pour l'incandescence par le gaz de houille, l'essence de pétrole, le gaz d'huile, etc... Parmi les becs d'usage courant, que le public préfère aujourd'hui à leurs imitations allemandes, d'un prix plus bas mais généralement mal étudiées et mal réglées, citons les becs « Régulator », les becs Schimeck, à injecteur à chambre conique, et les becs O.C.A., munis d'un ingénieux injecteur de stéatite.



APPAREIL SYSTÈME JAVAL, COMPLET
Cet appareil à acétylène comporte un générateur à chute automatique de carbure dans l'eau et un épurateur.

Les becs renversés à incandescence par l'acétylène, étudiés dès 1906 par le Français Chauvin, sont actuellement assez employés, surtout dans les éclairages spéciaux dont l'alimentation est assurée par des tubes d'acétylène dissous. La pression indispensable au fonctionnement régulier des becs renversés ne doit, en effet pas être inférieure à 15 centimètres d'eau.

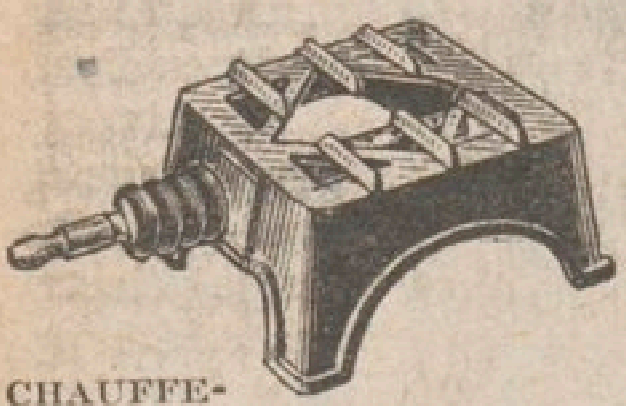
L'allumage automatique des becs. — L'allumage électrique a été appliqué aux becs à acétylène, comme à ceux qui fonctionnent au gaz de houille : direct pour les becs à flamme libre, par l'intermédiaire d'un bec à jet placé en dessous pour les appareils à incandescence. Dans les deux cas, le principe est toujours le même : le courant est produit par une batterie de quatre ou cinq éléments au sel ammoniac ; l'un des pôles de la pile est relié à la canalisation, l'autre à une bobine d'extra-courant, puis à une lame d'acier vissée sur un isolant qui est lui-même fixé au bec. Un index de cuivre recourbé est rivé sur le boisseau du robinet, de telle sorte que lorsque l'on ouvre ce dernier, l'extrémité de l'index vienne, en passant, accrocher la lame d'acier et provoquer l'étincelle de rupture qui produit l'inflammation du gaz. Un autre dispositif d'allumage, plus simple et demandant moins d'entretien, a été imaginé au cours de ces dernières années : l'allumage au contact des étincelles produites par le frottement d'une molette d'acier sur un morceau de ferro-cérium. Il fonctionne comme le briquet, connu de tout le monde.



FER A REPASSER CHAUFFÉ INTÉRIEUREMENT PAR L'ACÉTYLÈNE

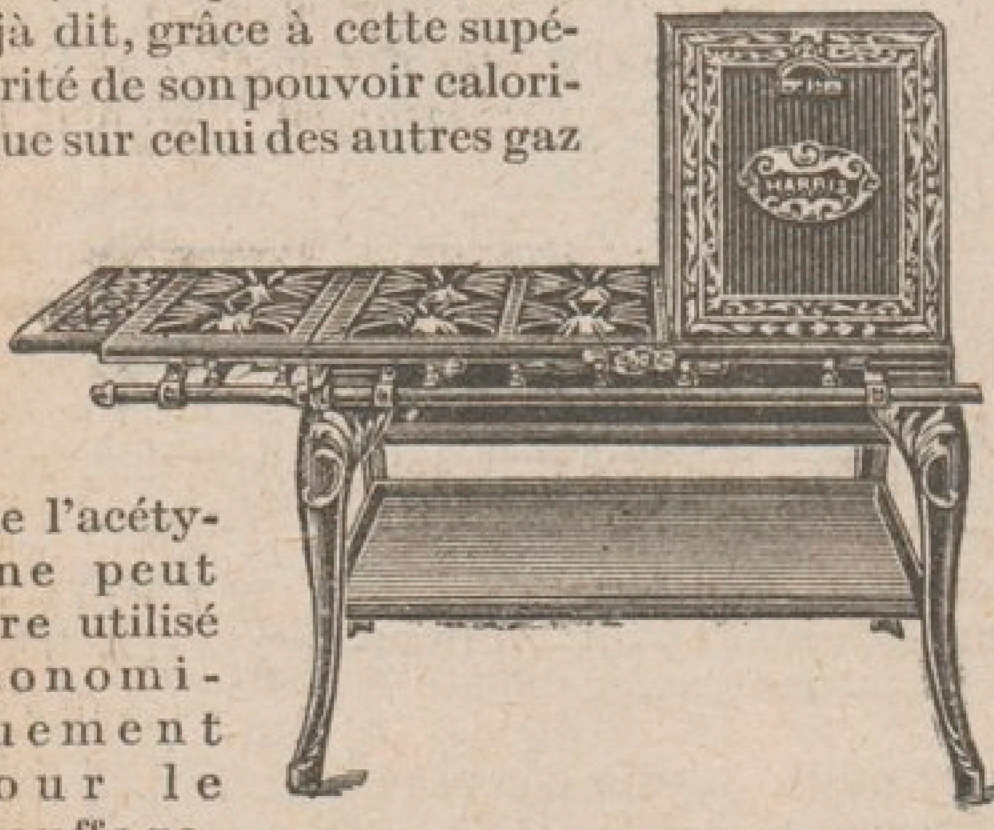
Le chauffage domestique par l'acétylène. —

Dès le début de son emploi, l'acétylène, en raison de ses qualités calorifiques, a été appliqué tout d'abord au chauffage culinaire; puis, au fur et à mesure des perfectionnements des appareils, au chauffage intermittent des appartements, des chauffe-bains dans les installations particulières, des fers employés au repassage, etc...

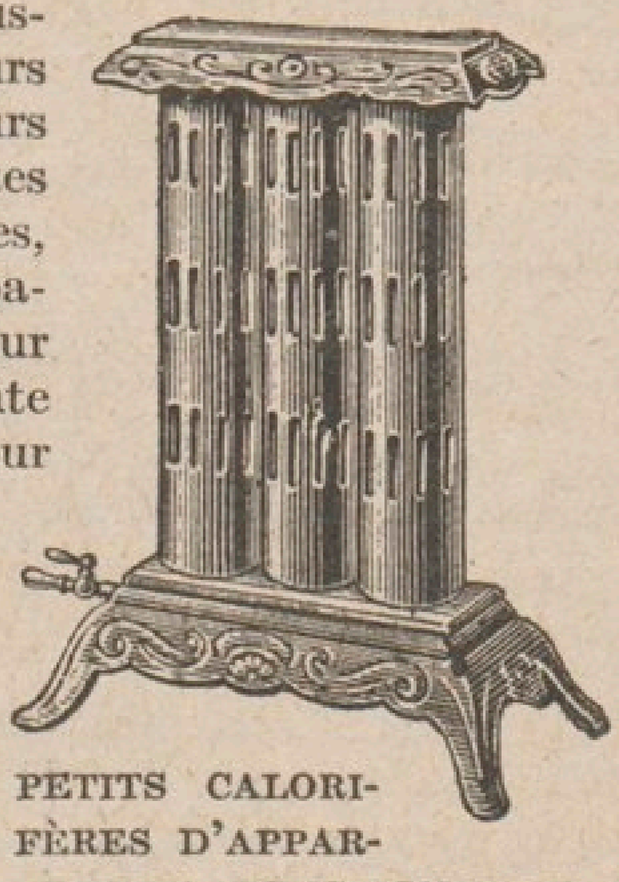


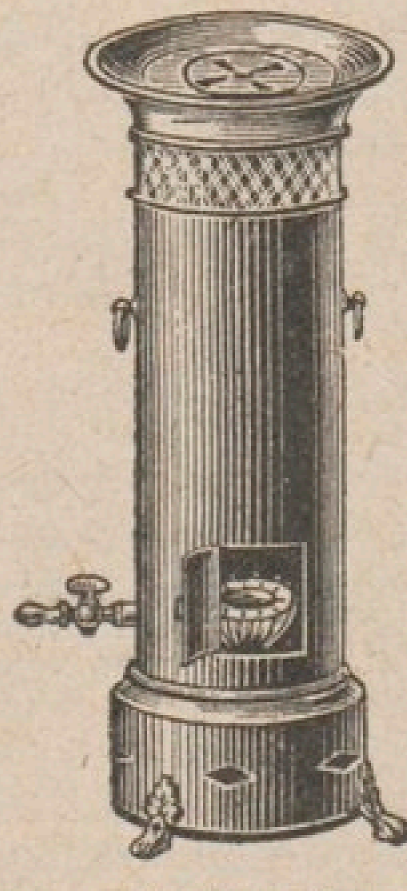
CHAUFFE-FERS ET PETIT RÉCHAUD

Voici, d'après M. P.-V. Liotard les puissances calorifiques, comparées par mètre cube, des différents combustibles gazeux : gaz de ville, 5.500 à 6.000 calories; air carburé, 3.400 à 6.275; acétylène 15.000. C'est, ainsi que nous l'avons déjà dit, grâce à cette supériorité de son pouvoir calorifique sur celui des autres gaz que l'acétylène peut être utilisé économiquement pour le chauffage, malgré son prix de revient relativement élevé.



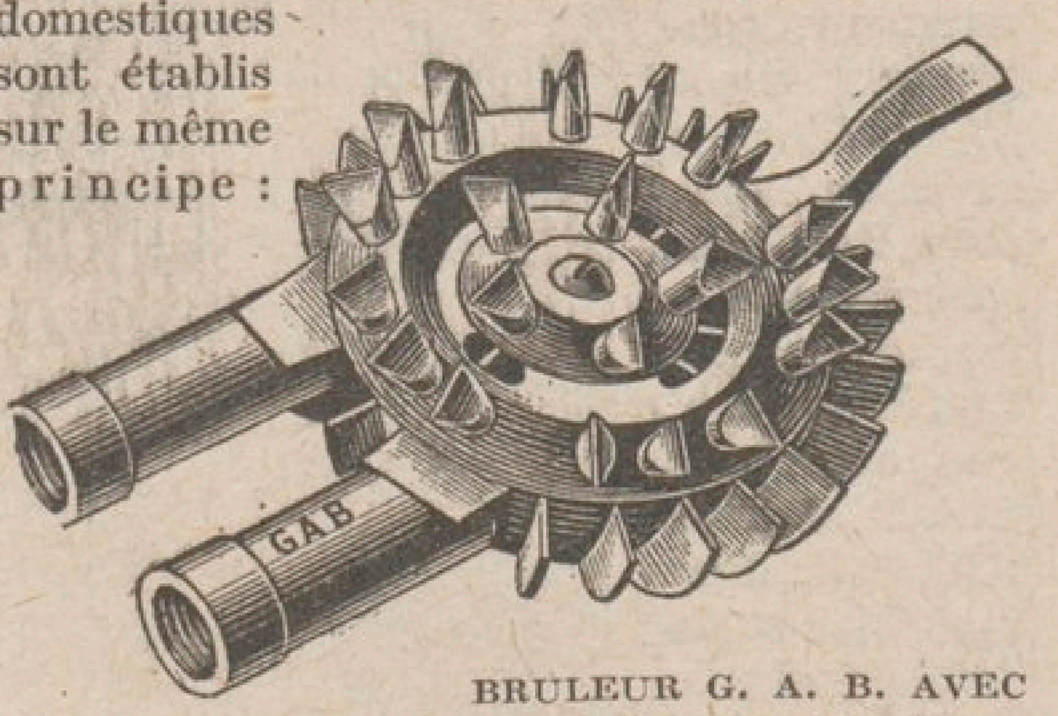
Les appareils de chauffage domestique par l'acétylène se composent, comme ceux qui fonctionnent au gaz de houille, d'un *bunzen* dont la cheminée débouche dans une chambre formant brûleur, qui, répartit le mélange combustible en une ou plusieurs flammes. Les brûleurs sont à flammes plates ou à flammes oblongues, suivant le type des appareils. Ils sont montés sur des carcasses en fonte brute ou émaillée pour constituer les réchauds de cuisine à un ou plusieurs foyers, à brûleurs simples ou multiples; certains de ces réchauds sont munis de fours d'un modèle perfectionné et de rôtissoires-grilloires répondant aux desiderata des cuisiniers les plus exigeants.





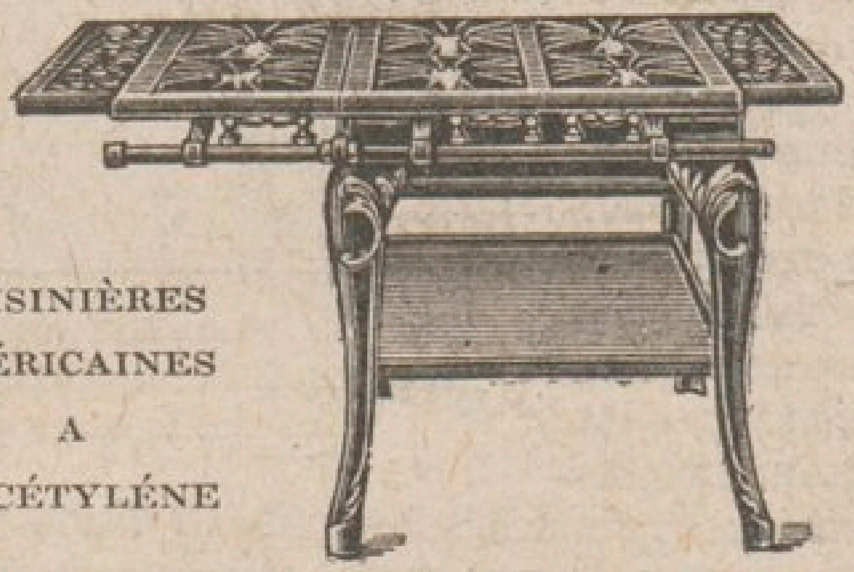
PETITS CALORIFÈRES D'APPARTEMENT FONCTIONNANT PAR L'ACÉTYLÈNE

Les calorifères et radiateurs pour usages domestiques sont établis sur le même principe :



BRULEUR G. A. B. AVEC AILETTES POUR REFROIDIR LA MASSE

un ou plusieurs brûleurs — rarement plus de trois — chauffant un ou plusieurs tubes de tôle qui propagent la chaleur par rayonnement. D'ailleurs, tous les modèles de calorifères à gaz de houille peuvent être transformés aisément pour servir à l'acétylène en changeant le brûleur et le *bunsen*.



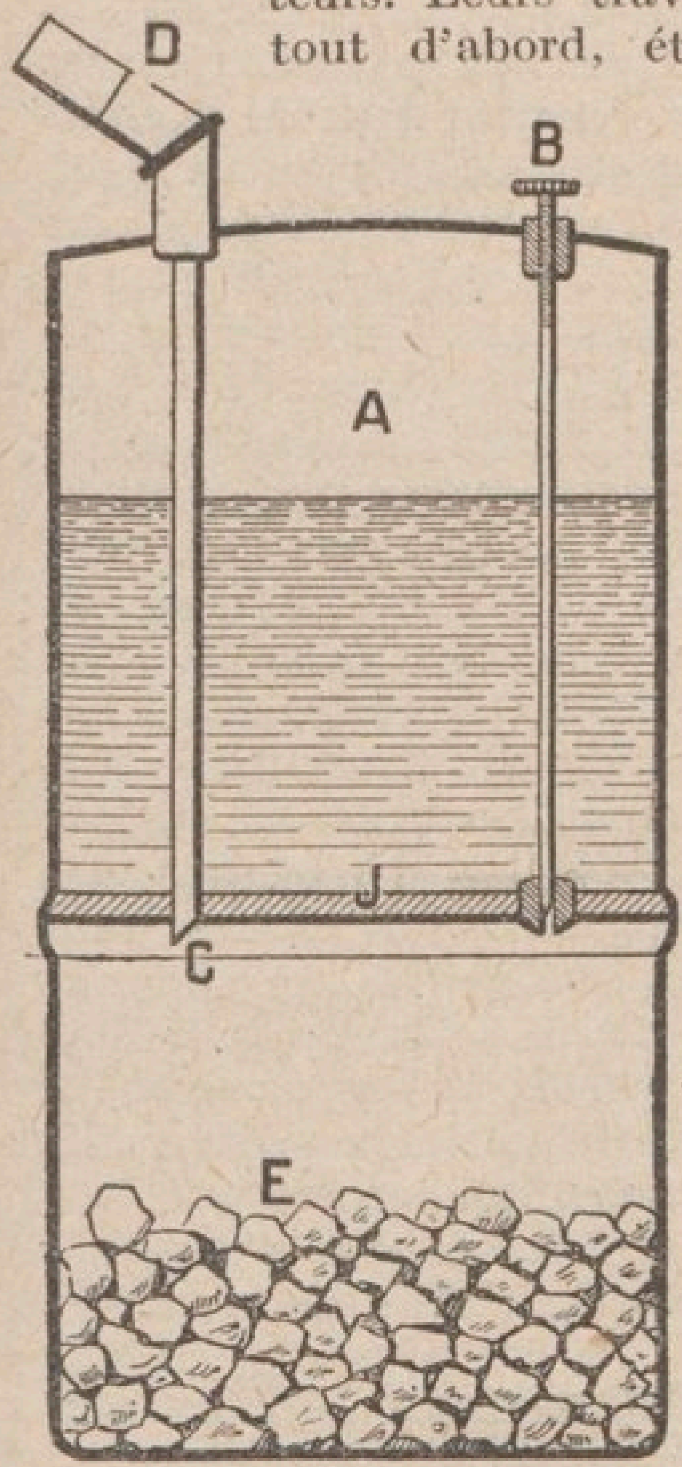
CUISINIÈRES AMÉRICAINES A L'ACÉTYLÈNE

Signalons en passant les chauffe-bains qui, pour chauffer en vingt minutes l'eau nécessaire au remplissage de la baignoire, consomment environ trois cents litres de gaz ; le chauffe-eau ou bouilleur instantané fournissant à la minute deux litres et demi d'eau à 40 degrés, avec une dépense de 80 litres de gaz à l'heure, les fers à repasser américains, à chaleur constante; les bains-marie; les percolateurs., etc.

Appareils portatifs.

Les appareils portatifs sont les plus connus du grand public : ce sont aussi

les premiers qui aient été fabriqués et ceux dont le perfectionnement a tenté le plus grand nombre de constructeurs et d'inventeurs. Leurs travaux n'ont pas, tout d'abord, été couronnés de succès, car, si l'on est arrivé, du premier coup, ou presque, à réaliser des appareils d'éclairage à bec attenant au générateur, fonctionnant d'une façon à peu près satisfaisante pour les éclairages en plein air ou dans des lieux très aérés, il a fallu attendre ces dernières années pour obtenir des lampes pouvant être employées pratiquement et sans danger dans les appartements.



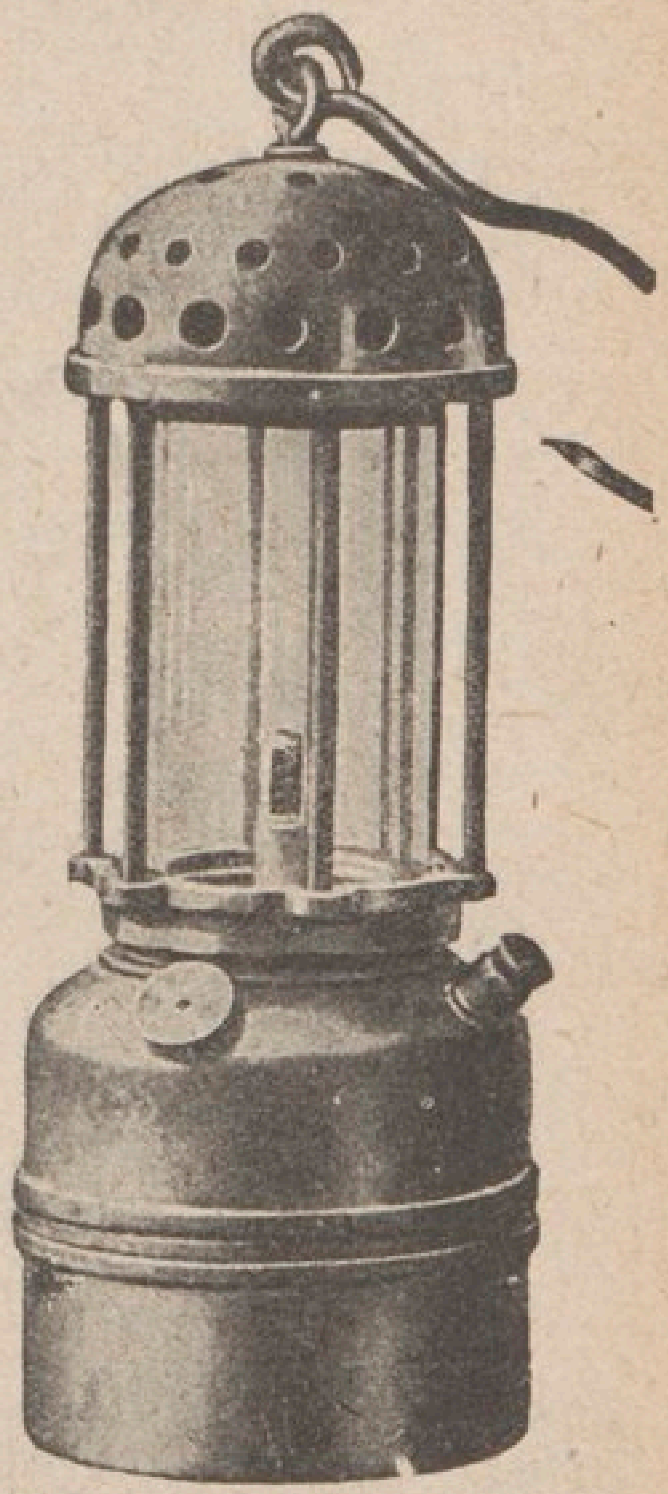
COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE LAMPE DE MINE

A, réservoir d'eau; B, pointeau d'écoulement; C, tube d'échappement du gaz; E, réserve de carbure de calcium en morceaux.

Les lampes de mine ou d'égoutier, les phares pour l'éclairage des automobiles, les lampes des forains, les lanternes de bicyclette, torches portatives des pompiers, etc., fonctionnent par chute d'eau sur le carbure.

Le gaz, qu'il est impossible d'épurer en raison du faible volume de l'appareil, se dégage au début en trop grande quantité et répand une odeur fort désagréable qui persiste à cause du réglage rudimentaire, le seul possible avec des lampes susceptibles d'être mises entre les mains de n'importe qui. D'autre part, la production du gaz ne peut être *immédiatement* arrêtée au moment où l'on cesse de se servir de l'appareil. Malgré ces inconvénients, à cause de leur commodité et de leur pouvoir éclairant considérable, ces appareils sont toujours d'un usage courant. On s'en sert beaucoup depuis la guerre pour l'éclairage des abris, des sapes. La lampe à flamme protégée par un verre épais, telle que la lampe « Arras », déjà très employée dans les mines, est particulièrement estimée aux armées. Grâce à un dispositif analogue à celui de la lampe *Davy*, avec des toiles métalliques à mailles très spéciales, la lampe à acétylène peut fonctionner sans danger dans les exploitations « grisouteuses ».

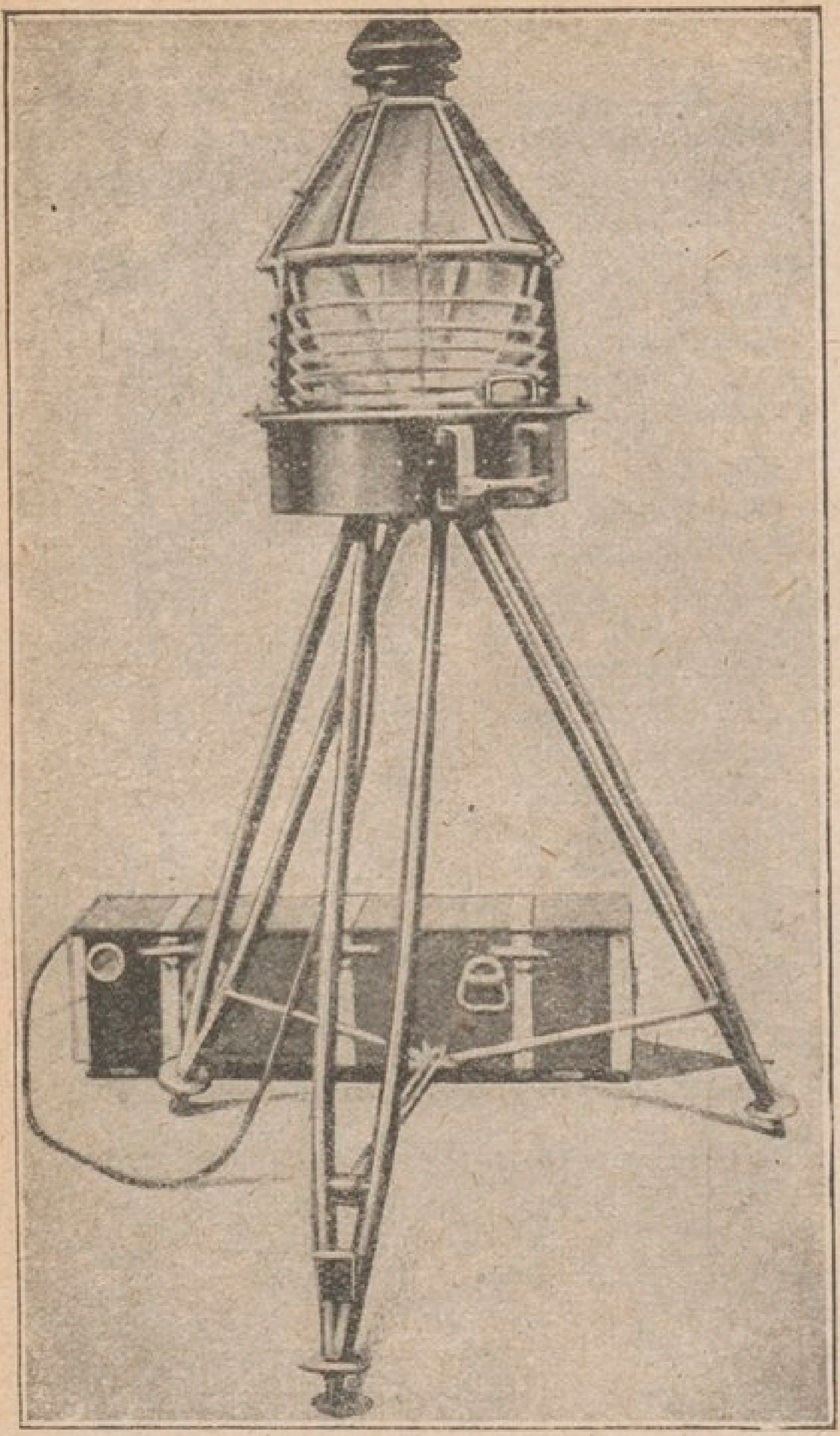
APPAREIL PORTATIF A RÉFLECTEUR POUR L'ÉCLAIRAGE DES CHANTIERS SITUÉS EN PLEIN AIR



LAMPE DE MINE « ARRAS » A L'ACÉTYLÈNE

Cette lampe, à flamme protégée, est actuellement très employée dans la plupart des travaux de sape des armées alliées.

Dès les débuts de l'acétylène, M. Trouvé construisit, pour l'éclairage des appartements, une lampe dont le générateur était « à contact ». Les différences de pression considérables qui se produisaient pendant l'éclairage empêchèrent l'appareil de servir pratiquement. Perfectionné par

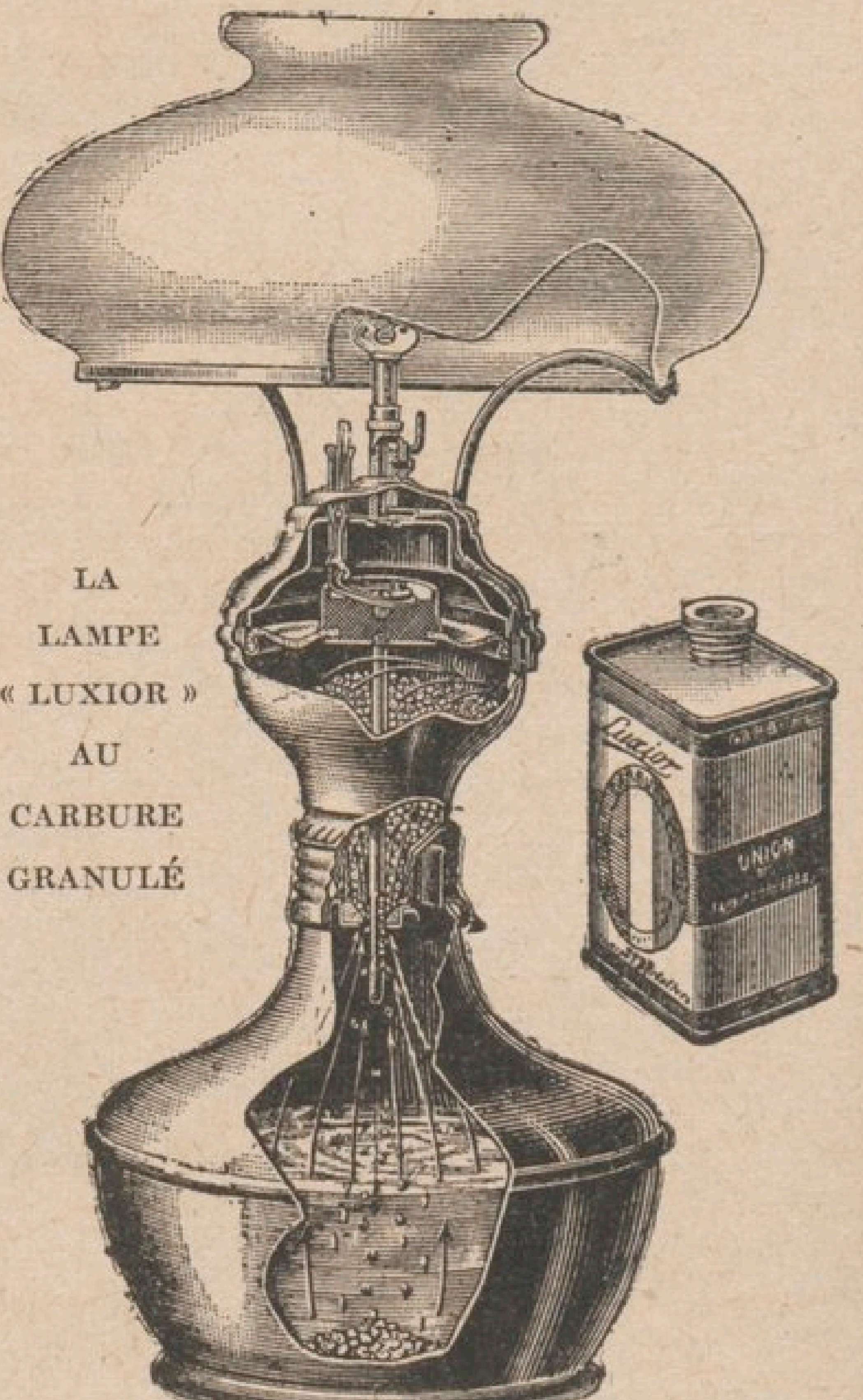


PHARE A ACÉTYLÈNE DISSOUS
Il est surtout employé pour faciliter l'atterrissage nocturne des aéroplanes.

M. Türr, il put être employé sans donner cependant complète satisfaction. D'innombrables modèles ont été établis dans lesquels on usa, non sans quelque succès, des carbures enrobés, comprimés, très finement granulés : par exemple la lampe Desq, fonctionnant au carbure « Delta », et la lampe Joconde. Il existe, aujourd'hui, — depuis quatre ou cinq ans au plus — des appareils réellement pratiques, sans danger, ne dégageant aucune odeur et d'un entretien facile. Telle est la lampe Harris, dite « Luxior », véritable usine portative à chute automatique de carbure dans l'eau, comportant épurateur et régulateur de pression, sous un volume restreint. Enfin, nos alliés les Américains viennent de réaliser pratiquement l'application de l'acétylène dissous aux appareils portatifs en vissant directement un bec muni d'un robinet sur un réservoir minuscule. La lumière ainsi obtenue est parfaite, mais son prix de revient est peut-être un peu élevé.

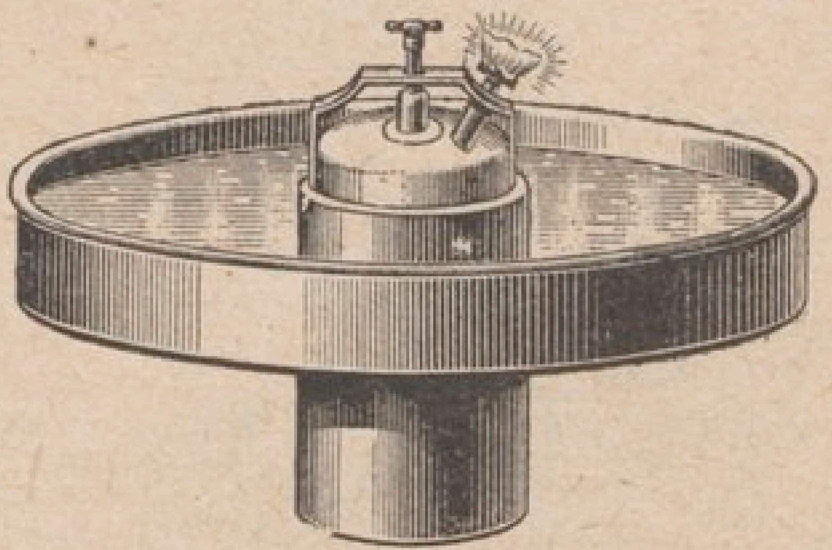
Signalons enfin, bien qu'ils sortent des applications de l'acétylène aux usages domestiques, un certain nombre d'autres appareils portatifs d'un emploi courant. Les appareils qui servent dans divers pays à l'éclairage des voitures de chemin de fer, infiniment moins dangereux, en cas d'incendie que les réservoirs de gaz d'huile. Ceux qui, depuis 1909, alimentent les fanaux des locomotives américaines, après avoir été, pour la première fois, expérimentés en 1907 et 1908, avec plein succès, en Belgique et en Suisse, où les ingénieurs de la voie refusèrent de les employer, prétendant, à tort ou à raison, que des feux trop intenses placés à l'avant des machines présentaient de graves inconvénients pour la conduite des convois.

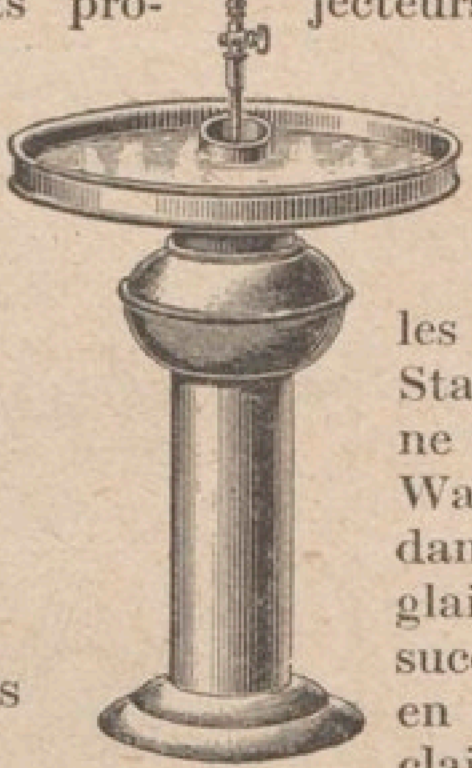
Mentionnons encore les générateurs utilisés dans toute l'Europe pour l'éclairage des autobus, tramways, etc. Au début, ce mode d'éclairage présenta de sérieuses difficultés, notamment une surproduction exagérée de gaz, provoquée par les secousses du châssis de la voiture



LA LAMPE « LUXIOR » AU CARBURE GRANULÉ

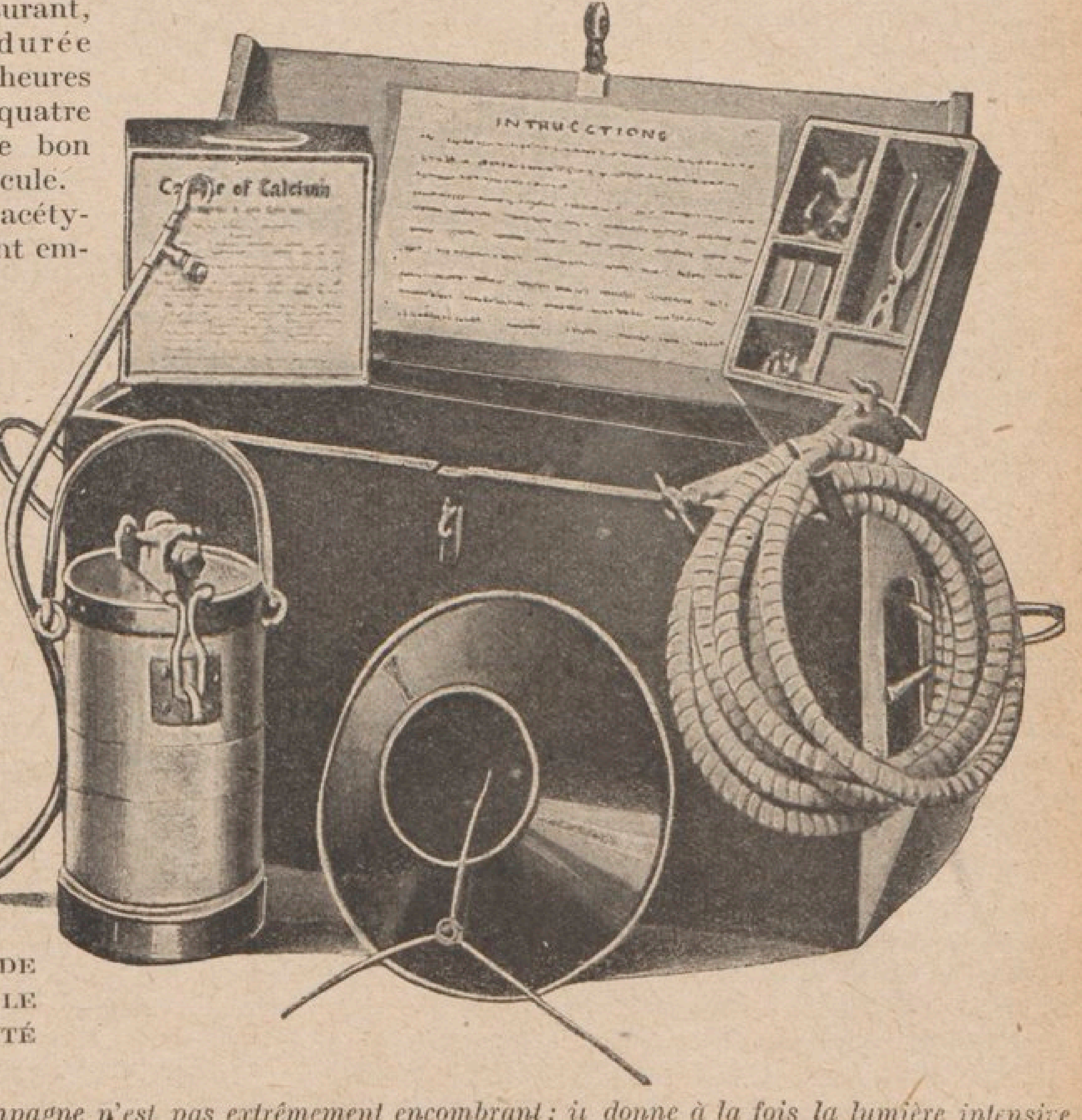
en marche; l'emploi de carbures agglomérés permit d'abord d'obtenir une production plus régulière : l'application de l'acétylène dissous et des nouveaux systèmes de becs renversés a supprimé tous les inconvénients résultant de la fabrication du gaz et de la fragilité des manchons. Dans les huit cents autobus parisiens qui, avant la guerre, étaient munis de ce genre d'éclairage, la « bouteille » d'acétylène dissous de 12 litres, renfermant 13 à 1.400 litres de gaz, suivant la saison, était placée, avec le manodétenteur, sur la plate-forme arrière, dans un coffre qui servait de siège pour un voyageur. Par un tube en caoutchouc armé, elle communiquait avec la canalisation fixe en tube d'acier qui distribuait le gaz aux six becs de 10 et 12 litres assurant, pendant une durée moyenne de huit heures en hiver et de quatre heures en été, le bon éclairage du véhicule.





PIÈGES LUMINEUX POUR INSECTES

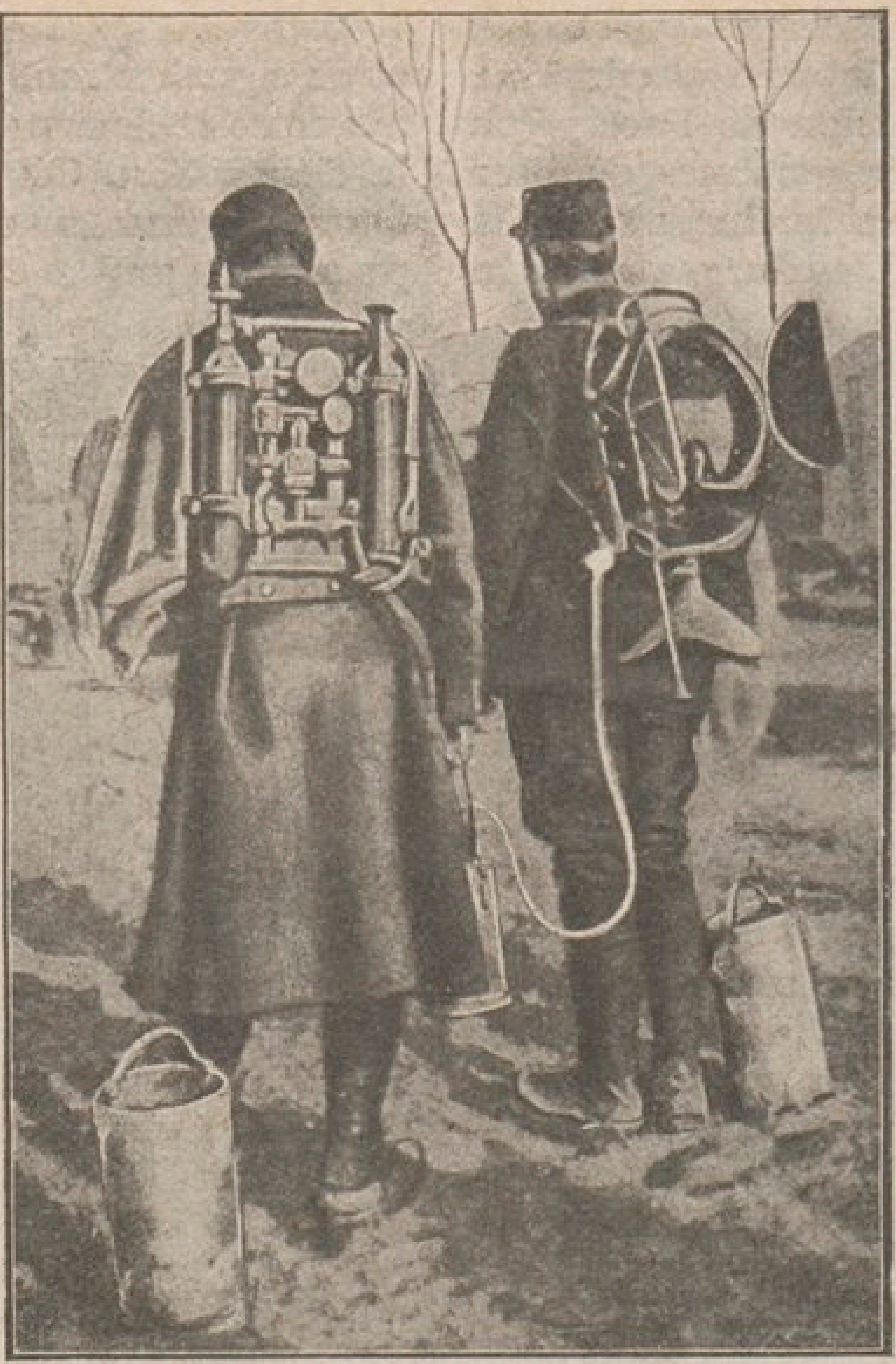
Les appareils à acétylène sont également employés avec succès pour les besoins de l'armée. En dehors de l'éclairage des locaux divers, des sapes et cagnas, ils remplacent, dans de nombreux cas, l'électricité pour l'éclairage de puissants projecteurs et d'appareils de télégraphie optique et de signalisation, très perfectionnés depuis la guerre et dont nous ne pouvons donner ici la description. Certains pays utilisent dans leurs régiments de sapeurs-pompiers de puissants projecteurs alimentés pour la plupart au moyen de tubes d'acétylène dissous, et construits sur les modèles de la Standard Acétylène Co. ou du type Wakefield, adopté dans la marine anglaise à la suite du succès qu'il obtint, en 1906, pour l'éclairage des travaux qui furent effectués pour renflouer le cuirassé *Montagu*, échoué dans le canal de Bristol. A cette époque, nos alliés utilisaient déjà depuis plusieurs années l'acétylène dans les services sanitaires de leur armée. Le War Office avait adopté définiti-



L'UTILISATION DE L'ACÉTYLÈNE PAR LE SERVICE DE SANTÉ MILITAIRE

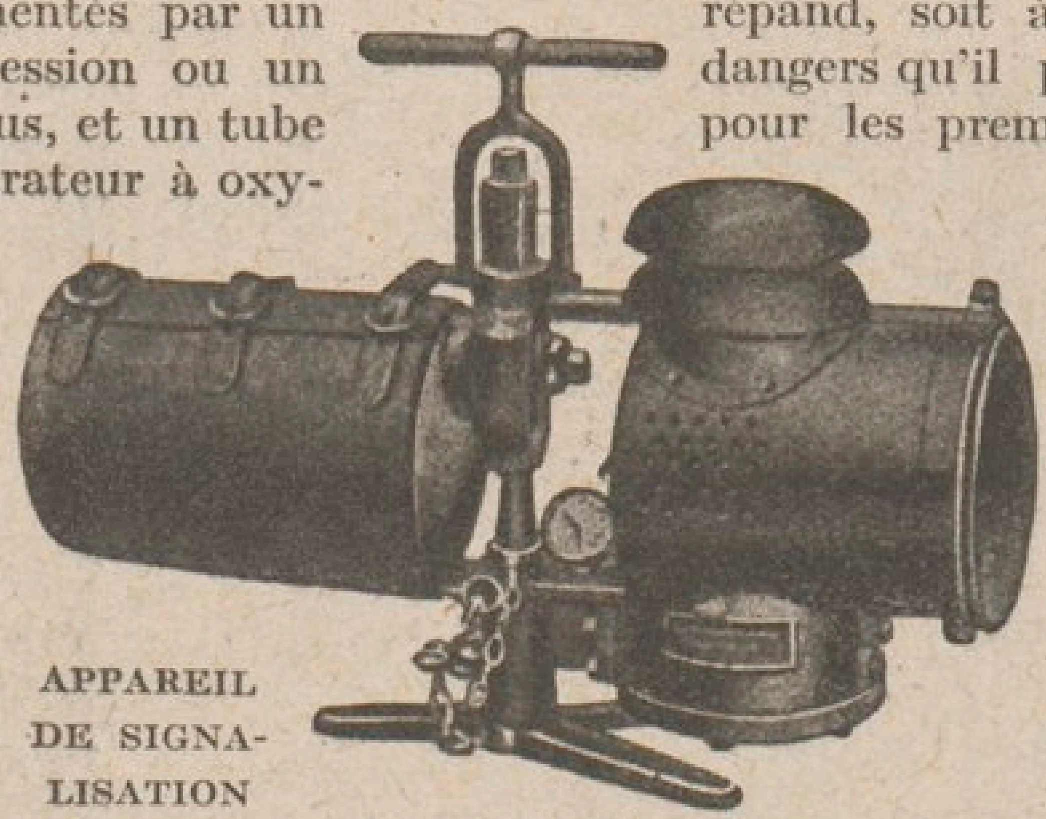
Cet appareil de campagne n'est pas extrêmement encombrant; il donne à la fois la lumière intensive pour l'éclairage et la chaleur suffisante pour la stérilisation.

vement des postes d'éclairage fonctionnant au moyen de ce gaz, ainsi que des bouilleurs pour stérilisation et des stérilisateurs à air chaud. Il existe également en France des appareils perfectionnés construits à la suite des études des Drs Jacquemet, professeur à la Faculté de médecine de Grenoble, et Motais, médecin-major des troupes coloniales. Malheureusement, ils ne sont encore que très rarement mis à la disposition des praticiens.



UNE USINE A DOS D'HOMME
Projecteur portatif à grande puissance.

L'industrie du cinématographe elle-même a employé avec avantage et utilise de plus en plus l'acétylène, en particulier pour les installations transportables, telles que celles qui fonctionnaient l'hiver dernier dans la zone des armées. Les appareils à projections se composent, soit de plusieurs becs simples, soit de becs à incandescence, soit de petits chalumeaux oxy-acétyléniques alimentés par un générateur à basse pression ou un tube d'acétylène dissous, et un tube d'oxygène ou un générateur à oxylithe : la flamme est projetée sur une pastille de terres rares ; elle produit ainsi une lumière qui, réfléchie par un miroir Mangin, permet de projeter une vue ou un film à une vingtaine de mètres sur un écran carré de quatre mètres de côté.



APPAREIL DE SIGNALISATION FONCTIONNANT PAR L'ACÉTYLÈNE DISSOUS

Nous avons examiné, dans ce rapide exposé, les principales applications, ou plutôt les applications les plus courantes, telles qu'elles existent actuellement dans le monde entier, de l'éclairage par l'acétylène. Ce mode d'éclairage, déjà si répandu, et l'emploi industriel de ce gaz, d'une fabrication à la fois si simple et si économique, sont destinés à prendre une nouvelle extension dès la fin des hostilités : les prix de vente du carbure ne peuvent manquer de baisser dans une proportion considérable, de nombreuses usines ayant été créées en France et chez nos alliés, pour les besoins de la défense nationale, en vue de fournir les énormes quantités de cyanamide réclamées par les fabriques de poudre.

Nous pourrions parler des moteurs à acétylène, mais le sujet ne rentre pas dans le cadre de cet article, car nous n'avons voulu principalement nous occuper ici que de l'utilisation du gaz de carbure de calcium pour l'éclairage et le chauffage domestiques.

L'acétylène répugne encore à nombre de personnes, soit en raison de l'odeur qu'il répand, soit à cause des prétendus dangers qu'il présente. Nous dirons, pour les premières, que si elles ont été incommodées par des émanations malodorantes, c'est qu'elles employaient des appareils de construction défectueuse ou qu'elles n'apportaient pas à leur entretien tout le soin nécessaire ; quant aux secondes, nous pouvons les rassurer complètement : en prenant les précautions qu'a toujours exigées l'utilisation de n'importe quel gaz, elles n'auront pas davantage d'accidents qu'avec des lampes à essence de pétrole ou à benzol.

F. DE GRANVAL.

Les photos, dessins et schémas qui illustrent cet article nous ont été gracieusement fournis par l'Office central de l'acétylène, à qui nous adressons ici tous nos remerciements.

DEUX INTERLOCUTEURS POURRONT-ILS, DANS UN AVENIR PROCHAIN, SE VOIR AU TÉLÉPHONE ?

Par Clément COSTE

Il est des inventions qui sont prévues depuis longtemps, mais qui ne se réalisent que très lentement à cause de la difficulté des problèmes techniques qu'elles soulèvent et qui restent longtemps insolubles.

La télévision, c'est-à-dire l'emploi d'un appareil permettant de voir à distance, est une invention de ce genre. De nombreux chercheurs se sont efforcés depuis longtemps de construire un appareil tel que toute personne, parlant dans un récepteur téléphonique, puisse voir son interlocuteur quel que soit son éloignement. Pendant longtemps, on n'est arrivé dans cette voie à aucun résultat pratique.

On conçoit le futur instrument, qu'on a baptisé d'avance du nom de « téléphote » (du grec *tele*, loin, et *photos*, lumière) comme un accessoire que l'on fixerait à un téléphone ordinaire, de manière à voir la personne à qui l'on parle, non seulement sous la forme d'un portrait immobile, mais telle qu'elle vit et agit à l'autre extrémité du fil. L'image serait recueillie sur une glace, comme l'indique la figure 1.

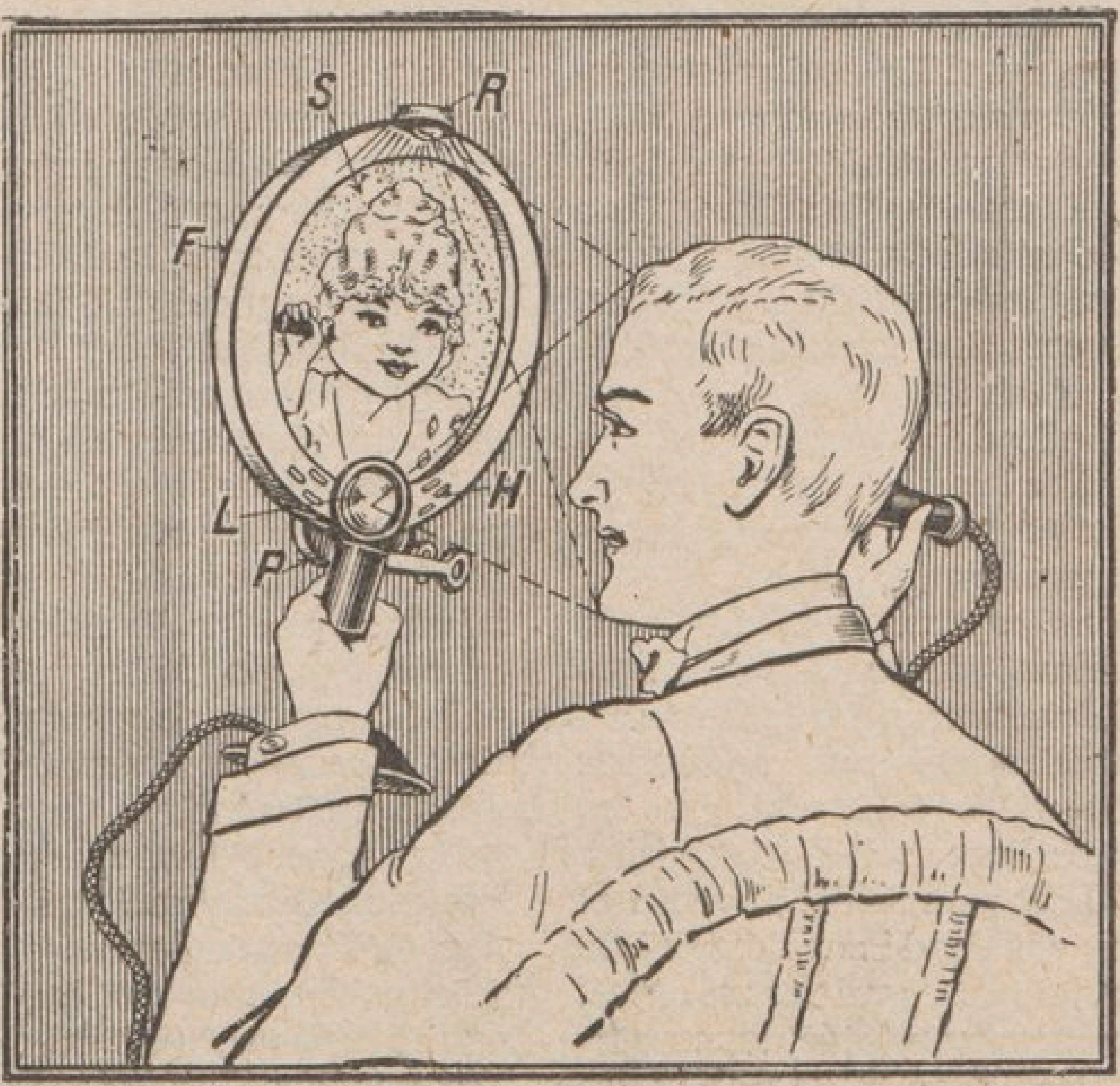


FIG. 1. — CE QUE DOIT ÊTRE LE FUTUR TÉLÉPHOTE

Un téléphote réellement pratique sera suffisamment peu encombrant pour être monté sur un récepteur téléphonique ordinaire. Le rayon lumineux R *illumine la figure de l'abonné puis est réfléchi par la lentille* L. *Le transmetteur ordinaire est supprimé ; les trous* H *du transmetteur extra-sensible placé à l'intérieur du cadre* F *reçoivent le message. La face de l'interlocuteur apparaît d'une manière très nette sur l'écran* S ; P *est une chambre noire.*

Pour être réellement pratique, un dispositif de ce genre ne devrait pas nécessiter la pose de lignes supplémentaires, en plus de celles qui servent au fonctionnement d'un téléphone ordinaire.

Tout le monde sait que chaque poste téléphonique n'exige que deux conducteurs dont un seul fil métallique, car le deuxième conducteur, ou fil de retour, est constitué par la terre. Donc, avec un seul conducteur, on réalise toutes les exigences du service téléphonique actuel ; non seulement l'abonné peut parler à n'importe quel autre abonné, mais le bureau central peut également l'appeler, et *vice versa*. On peut même télégraphier et téléphoner en même temps du même poste, sans augmenter le nombre des conducteurs.

Dans la plupart des projets présentés jusqu'à présent par les inventeurs, la réalisation du téléphote donnait lieu à la pose d'une

grande quantité de fils dont le nombre atteignait quelquefois même plusieurs milliers. Il est inutile de se demander comment pouvait fonctionner un tel appareil, car la multiplicité indispensable des fils conducteurs le vouait d'avance à un insuccès certain.

D'autre part, un téléphote ne doit certainement pas être une machine encombrante comportant une kyrielle de moteurs de tous genres, difficiles à mettre en marche, et dont le commun des mortels ne peut pas se servir.

Jusqu'ici, tous les appareils de télévision imaginés par les inventeurs comportaient l'emploi de particules de sélénium sous une forme quelconque. L'idée fondamentale de tous ces dispositifs était que les rayons lumineux émis par un objet et venant frapper une particule de sélénium font varier la résistance de cette dernière. Ces ondes lumineuses diverses sont lancées dans la ligne téléphonique et donnent une image plus ou moins parfaite que recueille de diverses manières un poste récepteur très rapproché.

L'inconvénient que présente l'emploi du sélénium est son défaut de sensibilité et son inertie, qui l'empêchent de transmettre assez rapidement toutes les variations d'ondes. Aussi, dans la plupart des appareils de télévision proposés, il est indispensable d'employer une multitude de particules de sélénium et de multiplier les fils à l'infini, ce qui jusqu'ici a toujours rendu le procédé inapplicable dans la pratique courante.

Il doit pourtant exister une substance autre que le sélénium, susceptible de transformer les ondes lumineuses en ondes électriques transmissibles par un conducteur métallique unique et facile à réaliser.

L'œil humain est l'appareil de télévision le plus parfait qui ait jamais été inventé et cependant il n'est pas fondé sur l'emploi de l'électricité. Quand nous regardons un objet, l'image de ce dernier est projetée dans notre œil qui n'est autre chose qu'une chambre noire merveilleuse dans laquelle les ondes, au lieu d'être projetées sur une plaque photographique, sont reçues par la rétine qui reflète l'objet avec ses couleurs réelles et non pas seulement teintées de noir et de blanc, comme dans le cas des nombreux appareils photographiques à plaques ou à pellicules.

Un réseau de nerfs extrêmement fins et nombreux aboutissant à la rétine, la mettent en communication avec le nerf optique, lui-même relié aux lobes occipitaux du cerveau. Les diverses ondes lumineuses sont ainsi transmises, avec leurs couleurs constituantes, de manière à former une image que nous *voyons*, c'est-à-dire que les ondes reçues par la rétine sont transmises sous une autre forme ; il se produit là un phénomène photochimique dont l'essence n'a pu être pénétrée par aucun physiologiste et qui provoque chez nous ce que nous appelons la vue.

Comme on a pu le constater par expérience, l'impression de l'image est conservée par la rétine pendant environ un dixième de seconde. C'est ce qu'on appelle la persistance de l'impression lumineuse, et c'est sur ce phénomène qu'est fondé le fonctionnement des cinématographes actuellement en usage.

En effet, chaque image qui paraît sur l'écran y persiste pendant un dixième de seconde jusqu'à ce que la suivante paraisse à son tour. Le fait que ces images se suivent avec rapidité, communique à notre rétine l'impression que les objets se déplacent sur l'écran, ce qui n'a évidemment pas lieu

On vient donc de voir que des images peuvent être réellement transmises à une certaine distance sans le secours habituel du sélénium, et nos inventeurs doivent s'efforcer de découvrir un appareil supprimant entièrement l'intervention des particules de sélénium, tout en n'étant pas plus compliqué, plus difficile à manier, qu'un simple récepteur téléphonique actuel.

Quand on considère le rôle du diaphragme dans un récepteur téléphonique, il semble qu'il constitue un moyen très simple de transformer les ondes lumineuses en ondes électriques. On sait que cet appareil transmet la voix humaine d'une manière absolument exacte, avec le timbre propre à chaque individu. Essayons de nous représenter un téléphote fondé sur les principes précédents et fixé à un téléphone de ville réglementaire.

Le visage de l'interlocuteur sera probablement reflété sur une sorte d'écran fluorescent (fig. 1). Le cadre *F* sera plus ou moins épais, de manière à empêcher le soleil ou toute autre lumière étrangère de faire disparaître l'image reçue. Les trous *H* sont perforés dans un microphone transmetteur à haute sensibilité devant lequel on parlera. Devant le téléphote sera disposée une lentille servant de chambre noire et l'image sera reçue par la partie postérieure de cette chambre *P*, comme elle le serait par la rétine d'un œil humain. Il s'agit donc de transformer les ondes lumineuses en ondes électriques pour pouvoir les transmettre le long de la ligne en même temps que les ondes sonores. A cet effet, une lampe *R*, placée au sommet du téléphote, reflétera ses rayons sur le visage de l'abonné ; les rayons lumineux seront projetés sur la lentille et transmis de là vers un poste éloigné. Naturellement, un téléphote idéal devra

transmettre les images avec leurs couleurs naturelles. On peut citer un grand nombre d'appareils dénommés téléphotes parmi lesquels les plus récents sont ceux de Belin (1907), Hoglund (1912), Anderson (1912), Stille (1915), Sinding-Larsen (1916). Mais l'un des plus anciens téléphotes a été imaginé en 1898 par un Français, M. Dussaud.

Cet ingénieux appareil (fig. 2) comporte un poste d'émission formé d'une chambre noire *A* dont la paroi postérieure est constituée par un disque métallique *B*, percé d'un certain nombre de trous. Le disque est entraîné par un mouvement d'horlogerie enfermé dans la caisse *E*. L'ingéniosité de cet appareil consiste dans la manière curieuse dont le disque est perforé car les trous forment une hélice ou spirale. Par conséquent, pendant que le disque tourne, les trous interceptent des points successifs de l'image formée dans la chambre noire. Ainsi, à chaque fraction de seconde, un rayon lumineux peut tomber sur la particule de sélénium *C* et quand le disque a fait un tour complet, chaque point de l'image a été découvert de manière à être éclairé par un peu de lumière réfléchie. Il est évident que la particule de sélénium *C* reçoit des ondes différentes grâce à ce fait qu'elle est frappée par des rayons lumineux plus ou moins actifs. Ces ondes traversent une batterie de piles et un petit transformateur *D* formé d'un enroulement dont le fil libre se dirige vers le poste de réception. En ce dernier point, on reçoit des ondes électriques plus ou moins intenses, lesquelles actionnent un récepteur téléphonique très sensible *T* auquel est suspendue une plaque opaque *E* sur laquelle ont été gravées à la pointe sèche des lignes transparentes parallèles extrêmement fines.

Le petit croquis spécial qu'on voit sur la figure 2, au bas et à droite, montre la disposition de la plaque noire gravée *E* et du récepteur téléphonique *T* entre lesquels est disposé le diaphragme horizontal *D*.

En *A* est placée une source lumineuse, par exemple une lampe électrique, qui émet des rayons lumineux parallèles quelque peu modifiés par la plaque transparente disposée devant *E*. Les rayons lumineux sont tels que la plaque *E* intercepte normalement la lumière de *A*. Aussitôt, que le diaphragme téléphonique fait vibrer la plaque *E*, cette dernière laisse passer une quantité de lumière plus ou moins grande, qui est arrêtée à son tour par la plaque tournante *G*. Cette dernière comporte des perforations disposées suivant une hélice, tout comme le disque *B* du poste d'émission. Par conséquent, en théorie, l'image viendra se former dans la chambre noire du poste récepteur et elle reproduira exactement celle qui aura été transmise par le poste émetteur ; elle viendra donc se projeter sur l'écran disposé dans la station de réception. Il va sans dire que les deux disques *B* et *G* doivent tourner d'une manière rigoureusement synchrone, de même que les disques doivent tourner à chaque onde d'un dixième de seconde, ce qui est juste la durée moyenne de persistance des images lumineuses sur la rétine de l'œil humain. La lentille *F* placée dans le poste de réception sert à agrandir les images en les projetant sur un écran vertical placé à la distance voulue. *(L'Electrical Experimenter.)*

CLÉMENT COSTE.

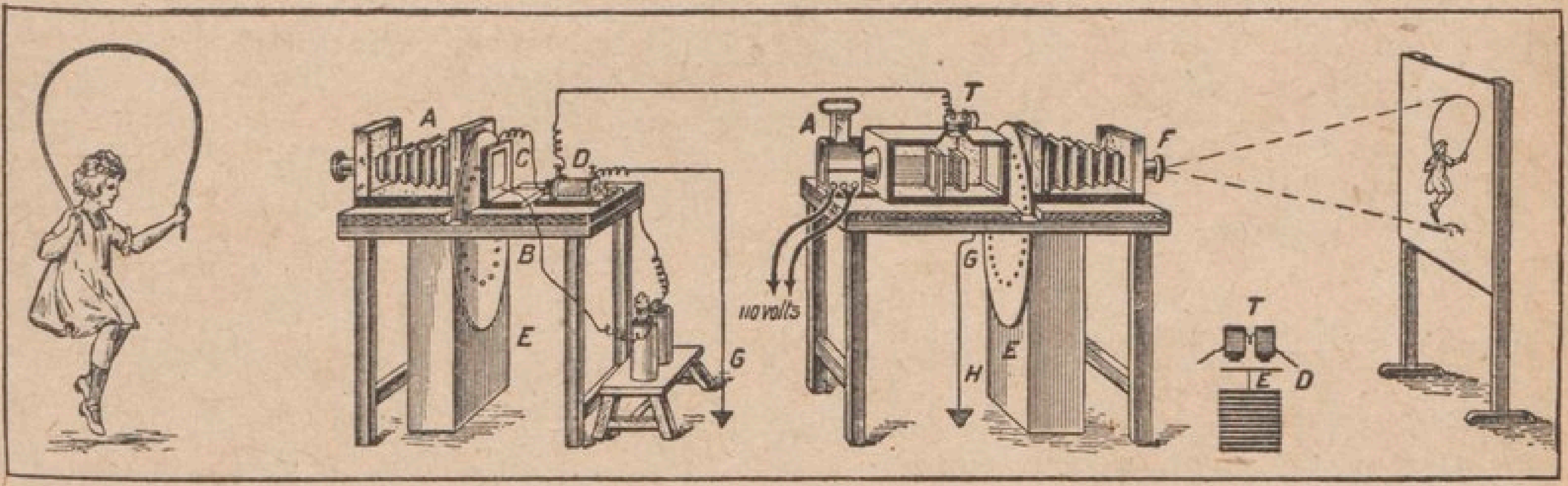
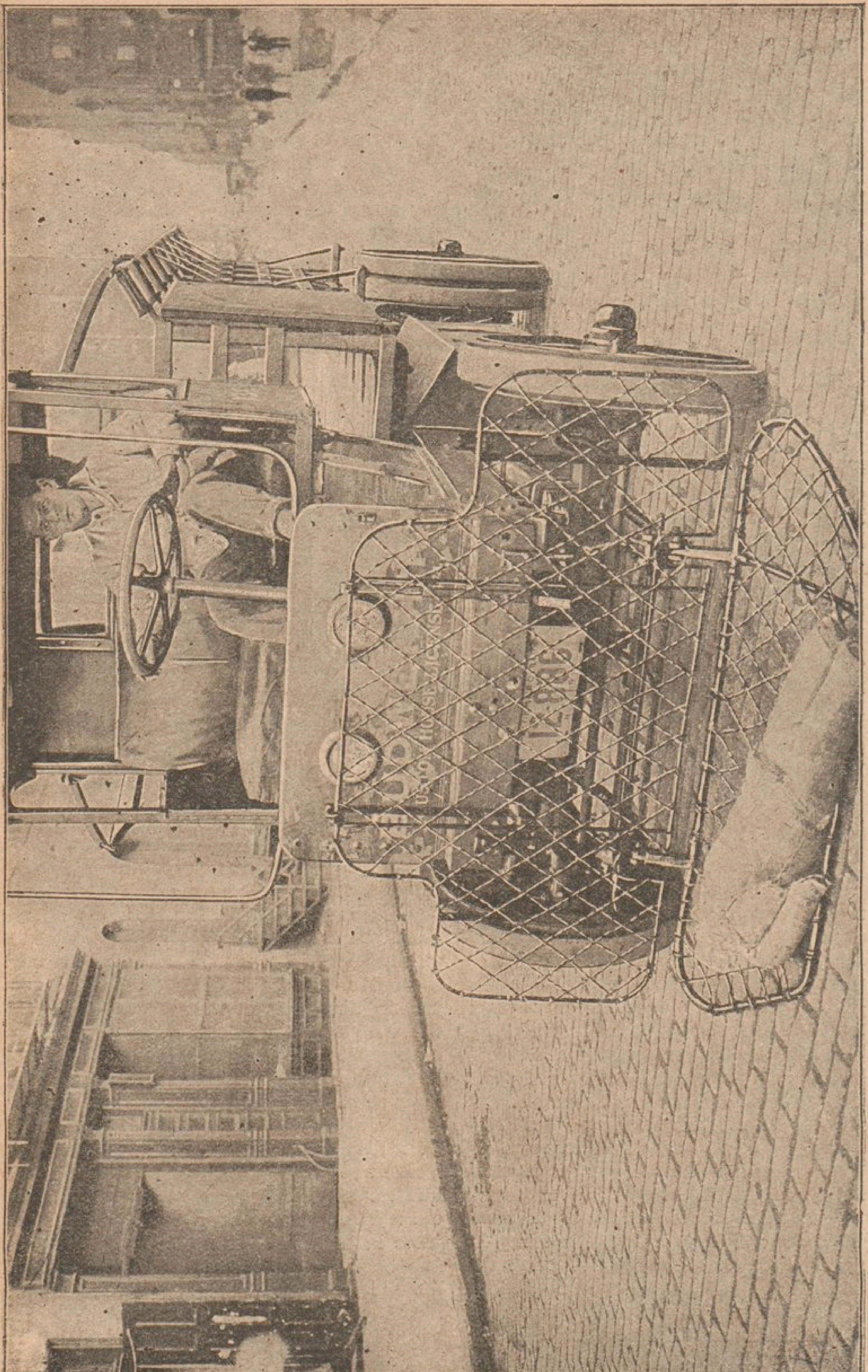


FIG. 2. — TÉLÉPHOTE FRANÇAIS SYSTÈME DUSSAUD, CONSTRUIT EN 1898

Cet appareil comporte, en principe, deux disques perforés B *qu'un mouvement d'horlogerie fait tourner synchroniquement. Les trous sont disposés suivant une hélice et chaque point de l'image est caché pendant un tour de disque. La particule de sélénium* C *transmet les ondes lumineuses au récepteur* T *qui fait vibrer la plaque* E, *laquelle ne laisse passer que les rayons de lumière parallèles. Ce dispositif permet, en théorie, de transmettre électriquement l'image de sujets en mouvement.*



ESSAI D'UN DISPOSITIF INSTALLÉ A L'AVANT D'UN CAMION AUTOMOBILE POUR « RAMASSER » INTACTS LES PIETONS IMPRUDENTS

DES OBUS FABRIQUÉS A LA GROSSE

Par Fernand GRIZY

Pour parvenir à satisfaire aux besoins sans cesse croissants de projectiles, lesquels absorbent la plus grande partie de l'activité industrielle des pays belligérants, on a dû rechercher des moyens de fabrication plus expéditifs que ceux employés au début de la guerre. Il est bon de passer sous silence les perfectionnements qui ont été réalisés sur ce point dans nos usines.

En Autriche, à la fabrique Wellersdorf (près de Vienne), on a eu recours à un procédé, décrit par la revue viennoise *Armee Zeitung*, qui n'est pas absolument nouveau, puisqu'il ressemble, à peu de chose près, à celui qui a été imaginé il y a quelques années déjà par M. Helbig et breveté par lui dans les principaux pays, mais qui se caractérise précisément par la rapidité de l'obtention du produit, par les qualités de résistance de celui-ci, et par l'économie réalisée dans la fabrication résultant principalement de l'absence de tout déchet de métal.

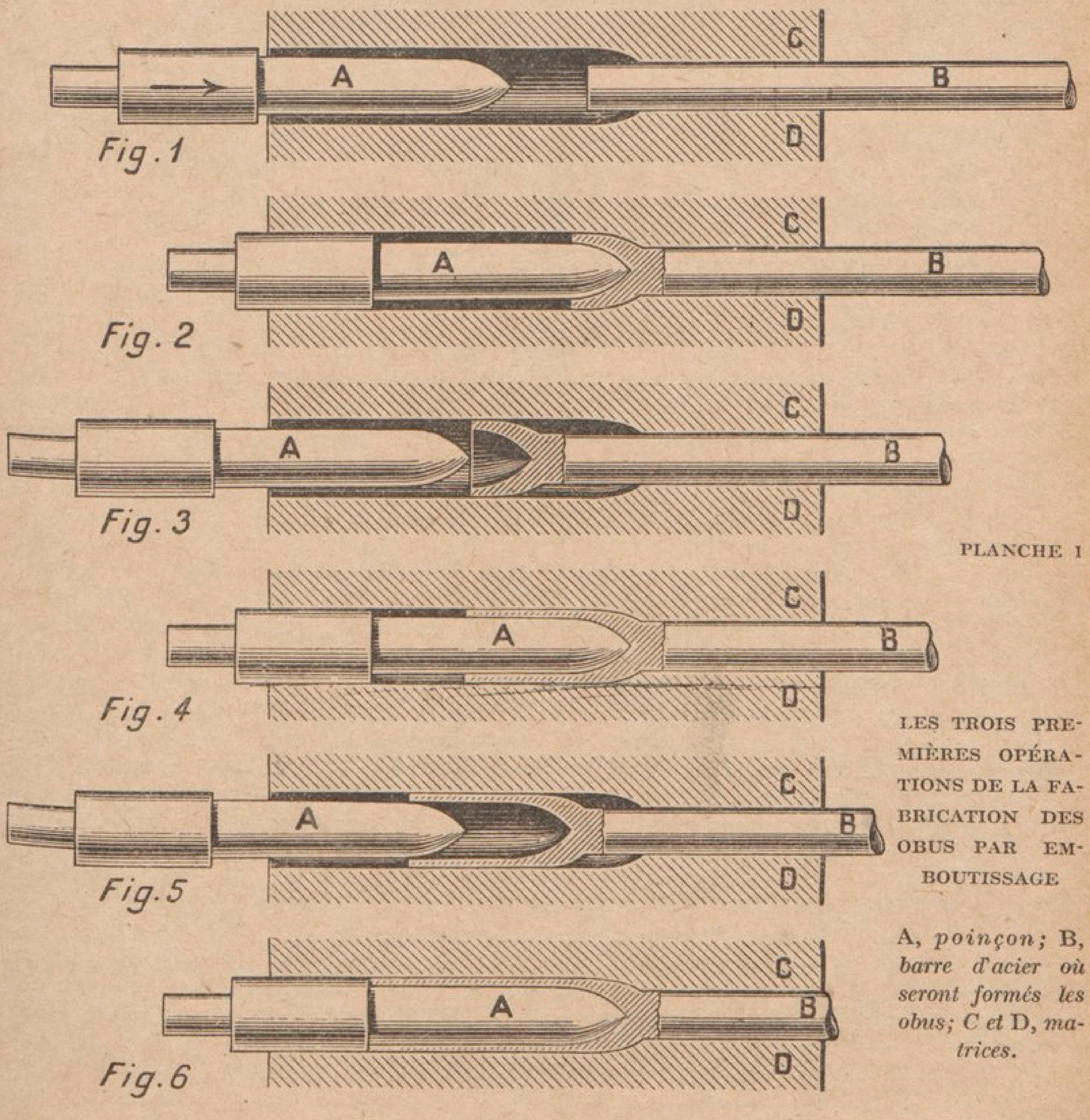


PLANCHE I

LES TROIS PREMIÈRES OPÉRATIONS DE LA FABRICATION DES OBUS PAR EMBOUTISSAGE

A, *poinçon;* B, *barre d'acier où seront formés les obus;* C *et* D, *matrices.*

Ce procédé, qui est, en somme, un emboutissage à chaud, sera aisément et vivement compris par le seul examen des trois planches qui accompagnent cet article. L'outillage se compose de deux matrices en acier trempé, dont l'une au moins est mobile dans le sens normal à leur jonction, et qui réservent entre elles un évidement longitudinal convenable dans lequel peut être introduit, par une des extrémités, un poinçon, également en acier trempé très dur, mû de façon rectiligne par un procédé quelconque, avec l'effort approprié, tandis que, par l'autre extrémité de ce même évidement, pénètre une barre cylindrique en acier plus ou moins durci mais non trempé, laquelle est destinée à former les obus du calibre voulu.

Cette barre est convenablement tenue pour être avancée, lorsque les besoins l'exigent, à l'intérieur des matrices, pour résister aux efforts de refoulement qu'elle est susceptible de subir de la part du poinçon, et aussi pour avoir préalablement, par intermittence et aux moments voulus, un mouvement de rotation sur elle-même, afin que l'obus fabriqué ne présente pas de « couture » aux lignes de jonction des matrices.

Ladite barre d'acier et le poinçon de refoulement étant placés dans des positions initiales respectives montrées par la figure 1 de la planche I, on met en mouvement ce dernier. Il en résulte, lorsqu'il a terminé sa course, un épanouissement de l'extrémité correspondante de la barre, qui a été fortement appliquée contre l'évidement des parois des matrices dont elle a épousé la forme (fig. 2). Ensuite, le poinçon étant revenu à sa position initiale, on enfonce à nouveau la barre dans l'évidement des matrices, en lui imprimant, pour la raison que l'on a dite plus haut, un mouvement angulaire plus ou moins grand (fig. 3). Après que le poinçon a de nouveau agi, la barre a la forme représentée par la figure 4.

Quand ledit poinçon est encore revenu à sa position initiale et que la barre a été enfoncée davantage dans l'évidement des matrices, les éléments sont dans la position de la figure 5, et, après la troisième opération, c'est-à-dire après la troisième course du poinçon, celui-ci est complètement contenu dans la barre (fig. 6 de la planche I).

A ce moment, on fait encore revenir le poinçon à sa position initiale, on désassemble les matrices pour libérer la barre, on sectionne celle-ci de façon à séparer la partie qui vient d'être emboutie, et on obtient ainsi une ébauche d'obus (Planche II, fig. 1.)

En passant l'extrémité fermée de celle-ci dans les matrices représentées en figure 2, on forme la pointe de l'ogive (fig. 3), et, enfin, en introduisant l'obus ainsi terminé dans une dernière matrice d'une seule pièce ou en deux pièces (fig. 4) pour le soumettre à l'effort d'une presse hydraulique ou d'un outil équivalent, on obtient, comme résultat, un calibrage absolument parfait.

Le culot, fabriqué d'autre part, est ensuite mis en place, et on forme le logement de la fusée par les procédés ordinaires. Ou bien

PLANCHE II

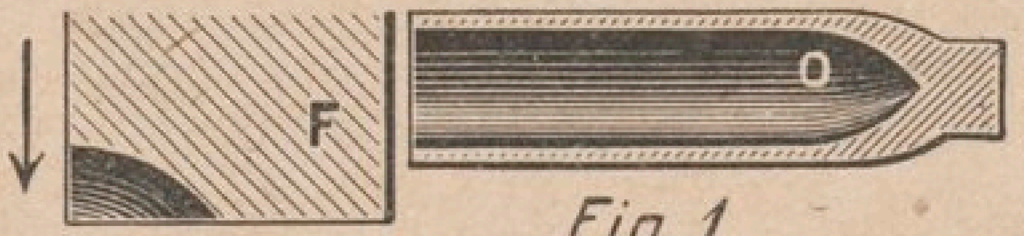


Fig. 1

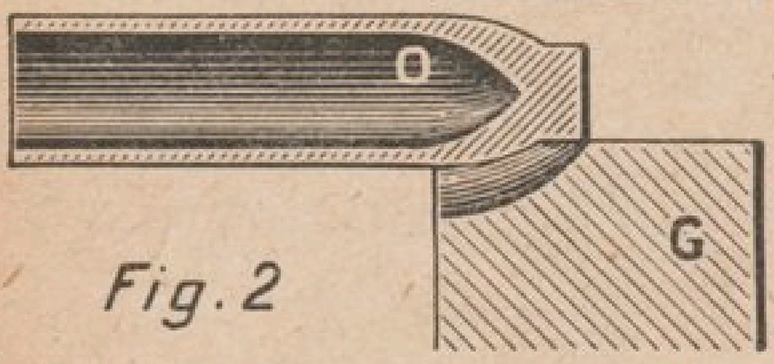


Fig. 2

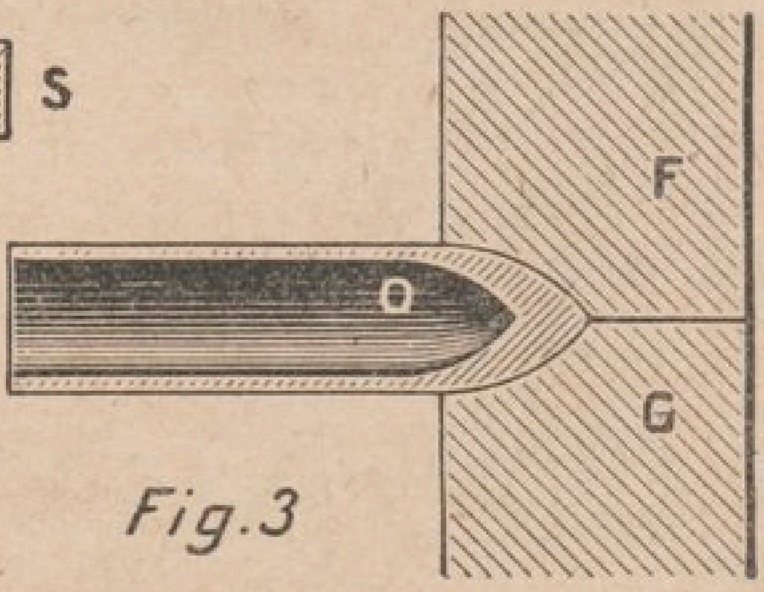


Fig. 3

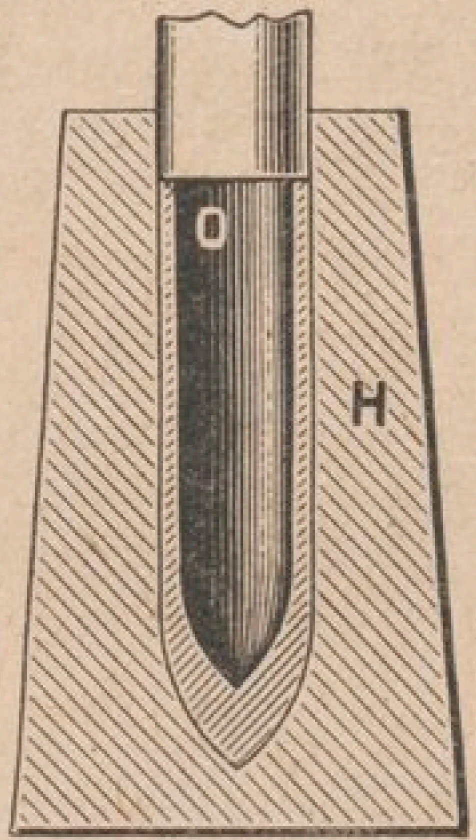


Fig. 4

PLANCHE II. — LES OPÉRATIONS POUR LA FORMATION DE LA TÊTE DE L'OBUS

Fig. 1 : *ébauche de l'obus séparée de la barre après les opérations précédentes ;* fig. 2 : *les matrices employées pour former la tête de l'obus;* fig. 3 : *la position des matrices après leur emploi pour former la pointe de l'obus, disposée entre elles deux ;* fig. 4 : *vue en coupe verticale schématique de l'outillage destiné au finissage du projectile.* O, *obus;* F, G, *matrices pour former la tête de l'obus ;* H, *matrice finisseuse.*

l'un et l'autre s'obtiennent également par emboutissage en modifiant légèrement la fin des opérations, lesdites modifications variant suivant que l'on désire obtenir un obus à fusée de culot (fig. 1 de la pl. III) ou un projectile à fusée d'ogive (fig. 2).

Dans le premier cas, avant que l'ébauche d'obus ait été sectionnée de la barre d'acier qui a servi à la former, on la place conve-

Dans le second cas (fig. 2, fusée d'ogive), le poinçon primitif est remplacé par un poinçon dont l'extrémité antérieure a la forme correspondant au fond de l'obus terminé représenté par la figure 2 de la planche II, c'est-à-dire une calotte très aplatie. Puis l'ébauche est enfoncée dans une matrice semblable à celle dite finisseuse de la figure 4 (même planche), mais présentant axialement, en

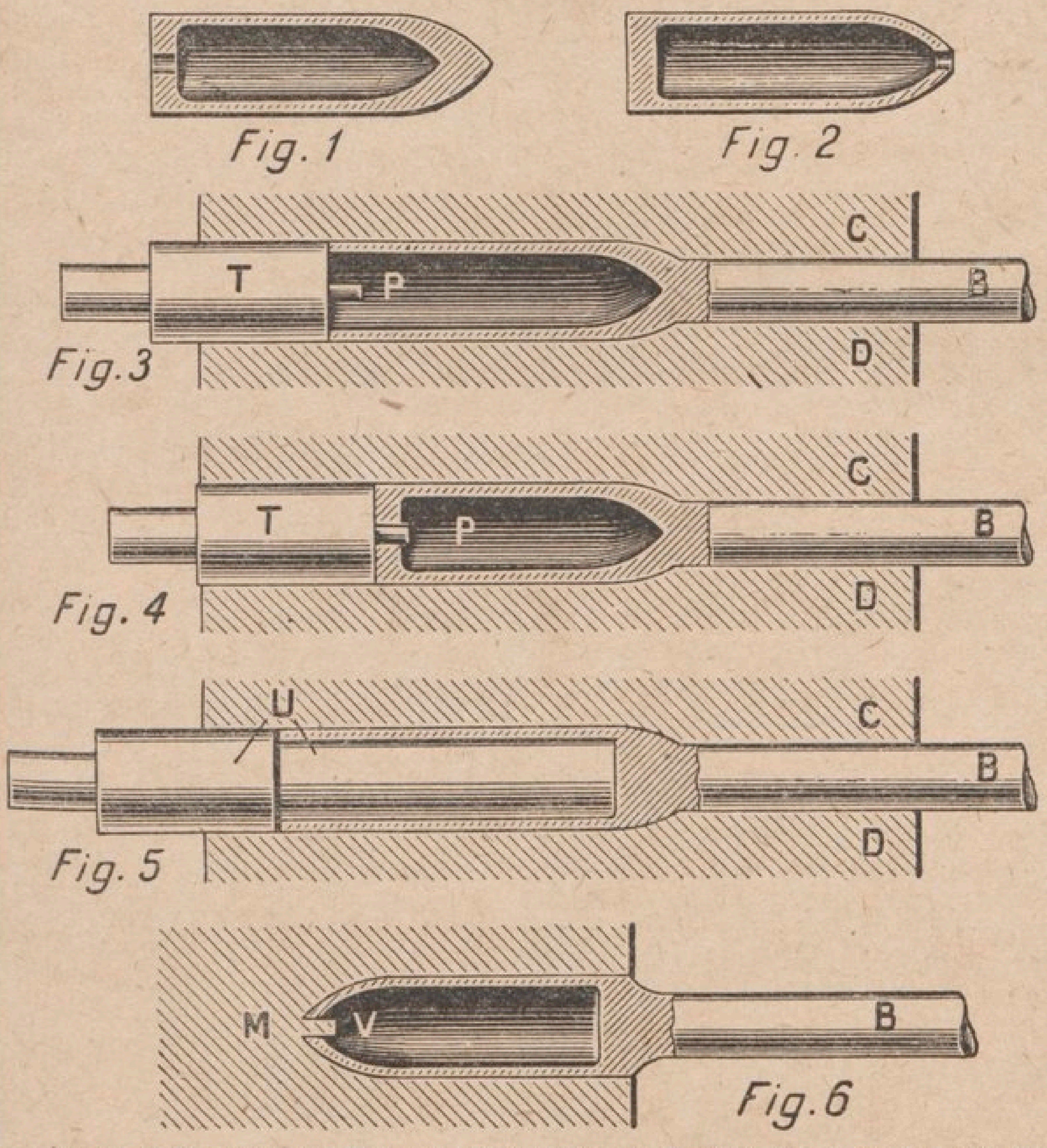


PLANCHE III.

LES OPÉRATIONS DE FINISSAGE DU PROJECTILE

Fig. 1 : *obus terminé pour fusée de culot ;* fig. 2 : *obus terminé pour fusée d'ogive ;* fig. 3 : *positions respectives de l'ébauche d'obus et du poinçon à goujon dans les matrices pour former le culot, avant l'opération ;* fig. 4 : *vue semblable à la précédente après l'opération ;* fig. 5 : *positions respectives de l'ébauche d'obus et du poinçon dont l'extrémité antérieure a la forme correspondant au fond de l'obus terminé, pour former l'obus à fusée d'ogive, vue après l'opération ;* fig. 6 : *vue de l'obus enfoncé dans la matrice présentant dans son fond un appendice destiné à former le logement de la fusée d'ogive.* C, *et* D, *matrices ;* M, *matrice pour former l'ogive des obus à fusée d'ogive et le logement de celle-ci ;* P, *goujon ;* T, *poinçon portant le goujon* P ; U, *poinçon dont l'extrémité antérieure correspond au fond de l'obus terminé, pour former l'obus à fusée d'ogive ;* V, *appendice ou goujon pour former le logement de la fusée d'ogive.*

nablement entre les deux matrices et on remplace le premier poinçon par un autre, de forme cylindrique, présentant à sa partie antérieure un goujon de forme appropriée.

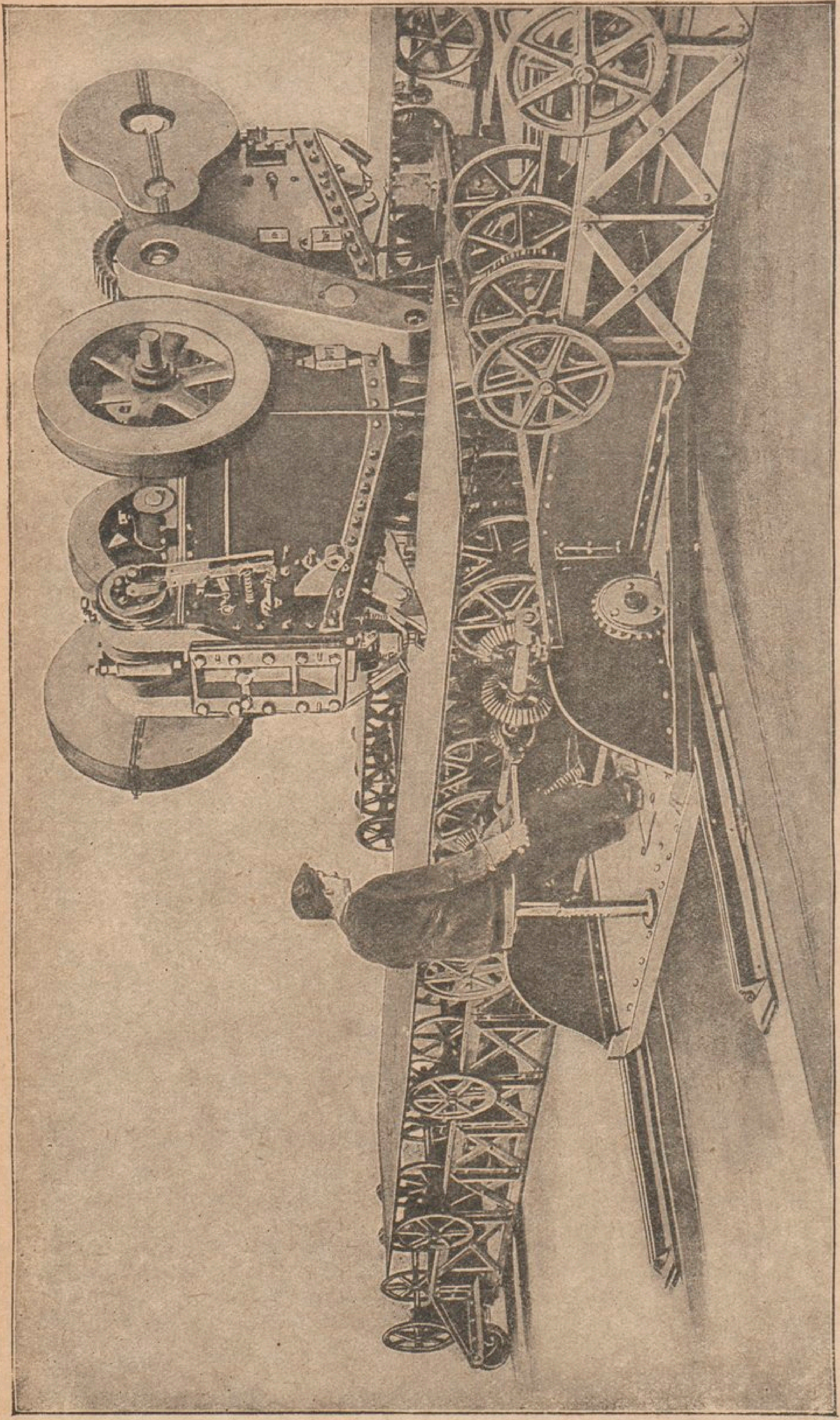
Si ce poinçon est déplacé vers la droite, le métal (qui est, bien entendu, comme dans toutes les opérations précédentes, suffisamment chauffé) est alors refoulé à l'extrémité de la barre qui avait été primitivement évasée, comme on le voit sur la figure 3, et qui présente ensuite la section vue en figure 4, à la fin de la course du poinçon.

son fond, un appendice, ou goujon, dont le diamètre est précisément celui du trou dont doit être percée l'extrémité pointue de l'obus.

Il est à remarquer que, dans ce second cas, l'ogive est formée par la partie de l'ébauche qui, dans le cas précédent, forme le culot. Le sectionnement termine alors la fabrication.

Ce procédé, outre sa rapidité, offre cet avantage que le métal se trouve corroyé dans les deux sens à la fois, de sorte que les produits obtenus sont très résistants

FERNAND GRISY



NOUVELLE MACHINE A PERCER LES TROUS DE RIVETS PAR POINÇONNAGE DANS DES TOLES D'ACIER

La tôle à travailler est placée sur une table mobile qui se déplace sur des galets montés à billes que l'ouvrier fait tourner tous ensemble au moyen d'un levier. On arrive ainsi à percer de 4.000 à 6.700 trous en neuf heures dans des tôles ayant de 4 à 28 millimètres d'épaisseur.

LES MATCHES DE POSE DE RIVETS SUR LA COQUE DES NAVIRES

Par Charles RAYNOUARD

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

La bonne exécution et la rapidité des travaux relatifs aux constructions navales sont certainement l'un des principaux éléments de succès des Alliés.

Dans un navire de commerce ou de guerre, l'assemblage des tôles de la coque et des ponts se fait au moyen de rivets cylindriques dont le nombre peut atteindre plusieurs millions. Le rivet est un petit cylindre d'acier muni de deux têtes de forme généralement hémisphérique, dont l'une est façonnée à l'avance lors de la fabrication, tandis que l'autre est conformée à la main, ou à la machine, quand on met en place par pression le rivet chauffé au rouge.

Le travail de la pose des rivets, dit le rivetage, a donc une très grande influence sur la durée de construction d'une coque. Les tôles à assembler sont percées à l'avance de trous dans des ateliers spéciaux munis de fortes machines à poinçonner, dont les outils de perçage s'enfoncent à froid dans la tôle sous l'influence d'une pression hydraulique ou pneumatique très énergique.

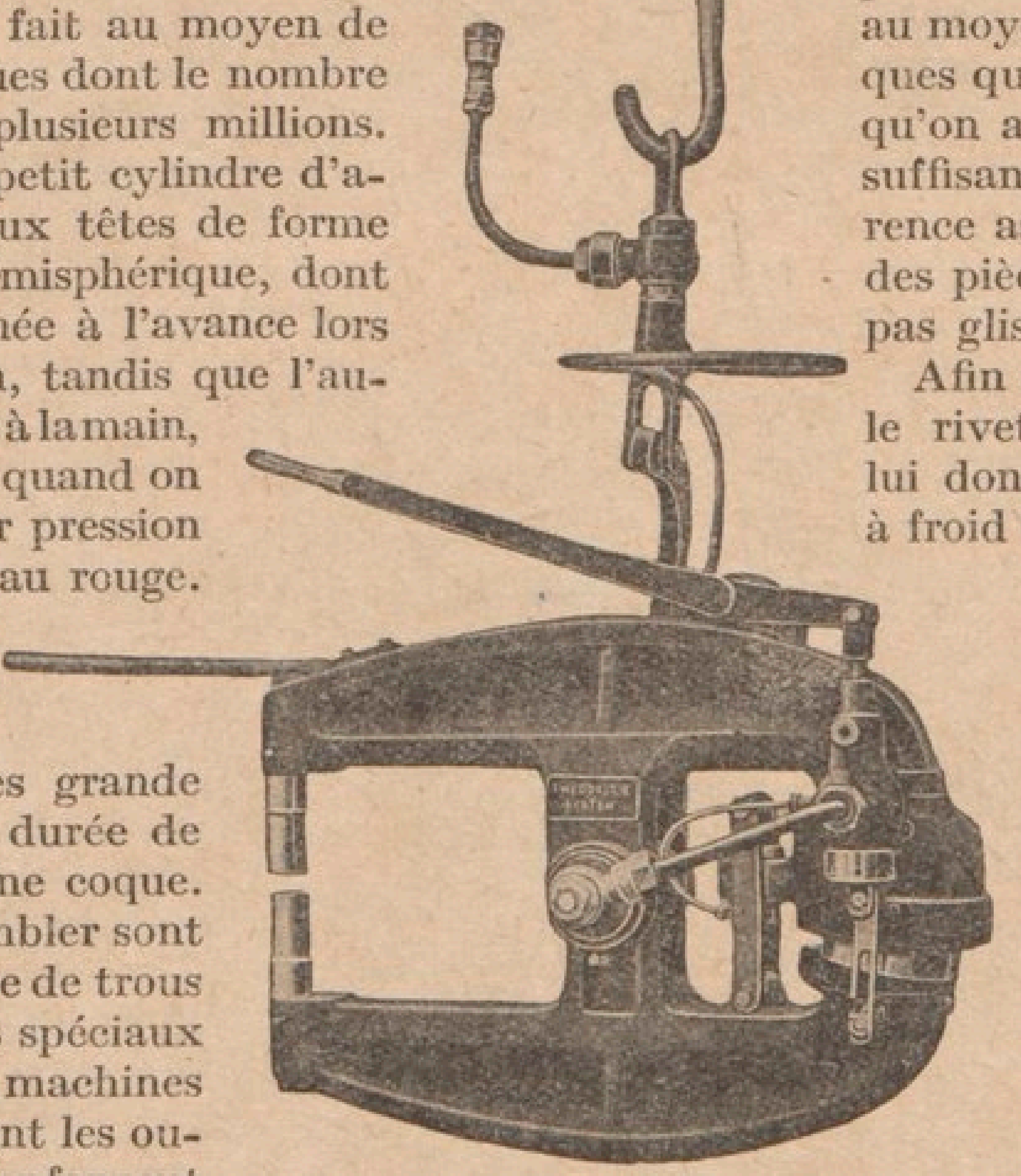
L'assemblage a ensuite lieu en présentant chaque tôle à la place qu'elle doit occuper sur la carène. Cette dernière comporte une ossature formée de fers profilés dont l'assemblage donne également lieu à la pose de nombreux rivets de dimensions variables.

Le perçage peut également avoir lieu sur le chantier au moyen de forets mécaniques commandés électriquement. Dans ces conditions, on obtient sans peine une correspondance parfaite et des trous pratiqués dans les diverses pièces qu'il s'agit de réunir, puisque leur perçage a lieu en même temps. Quand les trous sont pratiqués à l'avance, on maintient les tôles ou les barres dans la position voulue pendant le rivetage au moyen de boulons et de plaques que l'on démonte ensuite dès qu'on a posé un nombre de rivets suffisant pour réaliser une adhérence assez forte pour que le poids des pièces à assembler ne les fasse pas glisser les unes sur les autres.

Afin de pouvoir mettre en place le rivet dilaté par la chaleur, on lui donne forcément un diamètre à froid légèrement inférieur à celui du trou. La condition *sine qua non* d'un bon rivetage est, en effet, que le trou soit parfaitement rempli par le rivet dont la longueur doit être calculée de telle manière qu'il n'y ait ni insuffisance, ni excès de matière dans le fût.

Les rivets sont reçus dans les chantiers tout confectionnés ou sont fabriqués sur place — surtout dans les arsenaux — au moyen de machines spéciales munies de bouterolles qui refoulent la tête suivant la forme voulue sur des tiges d'acier de diamètre convenable.

Il est très important que les trous percés dans les tôles à assembler par rivetage se correspondent exactement. Si cette précaution n'était pas prise, les fûts des rivets seraient soumis à des efforts de flexion qui en diminueraient considérablement la résistance et qui rendraient le travail de pose difficile, sinon impossible, et en tout cas beaucoup trop lent.



MACHINE A RIVER FIELDING AVEC SUSPENSION A ARC

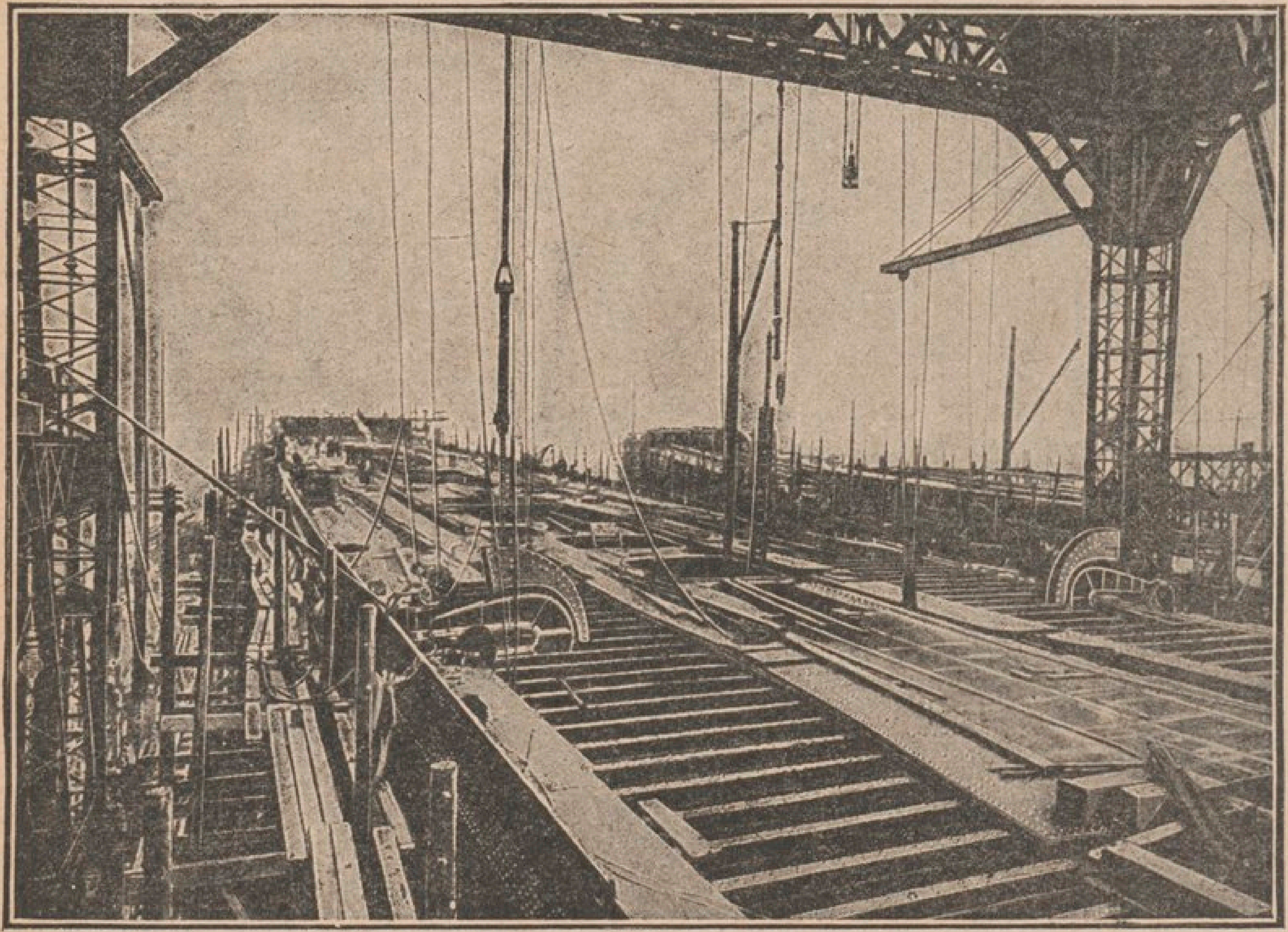
Les deux bouts des becs à river sont très courts et libres de saillies, ce qui permet aux bouterolles de pénétrer dans les angles. Les bras étant réunis au moyen d'un solide tourillon d'acier, le piston se déplace dans le cylindre suivant une courbe dont le centre se trouve sur l'axe de ce tourillon.

Les rivets sont chauffés le plus près possible des chantiers de pose, sur des forges portatives. Afin de soustraire le métal des rivets au contact direct du combustible, on les enferme dans des boîtes ou dans des tubes métalliques qui plongent au milieu du feu. Il est naturellement indispensable que les rivets, une fois chauds, soient transportés très rapidement sur leur point de mise en place pour éviter tout refroidissement nuisible.

Autrefois, on posait les rivets à la main au moyen de marteaux à frappe, manœuvrés par deux ouvriers travaillant en équipe et munis de marteaux spéciaux. Ces ouvriers étaient aidés par un teneur d'abatage qui enfonçait le rivet dans le trou et qui l'empêchait de sauter en le maintenant dans sa position au moyen d'un levier. Le travail était ensuite terminé à la bouterolle, qui est une étampe d'acier dont on coiffe la tête du rivet, grossièrement formée au marteau et sur laquelle on frappe à coup de masse.

Les nécessités du travail, et surtout les difficultés créées par l'emplacement souvent très incommode des tôles à assembler, a conduit les constructeurs à imaginer un grand nombre de modèles de riveteuses hydrauliques ou pneumatiques dont le principe de fonctionnement ne varie pas, mais dont le bâti est ingénieusement disposé de manière à pouvoir s'adapter à chaque travail spécial.

Certaines machines à river portatives — c'est-à-dire suspendues à des chaînes de grues ou de ponts roulants — ont été étudiées en vue du rivetage des extrémités des foyers de chaudières marines dans lesquelles les tôles extrêmes sont réunies aux corps par des brides à saillie extérieure. (Les figures pages 313, 315 et 316 représentent des modèles d'outils dont nous venons de parler ainsi que de leurs conditions d'emploi).



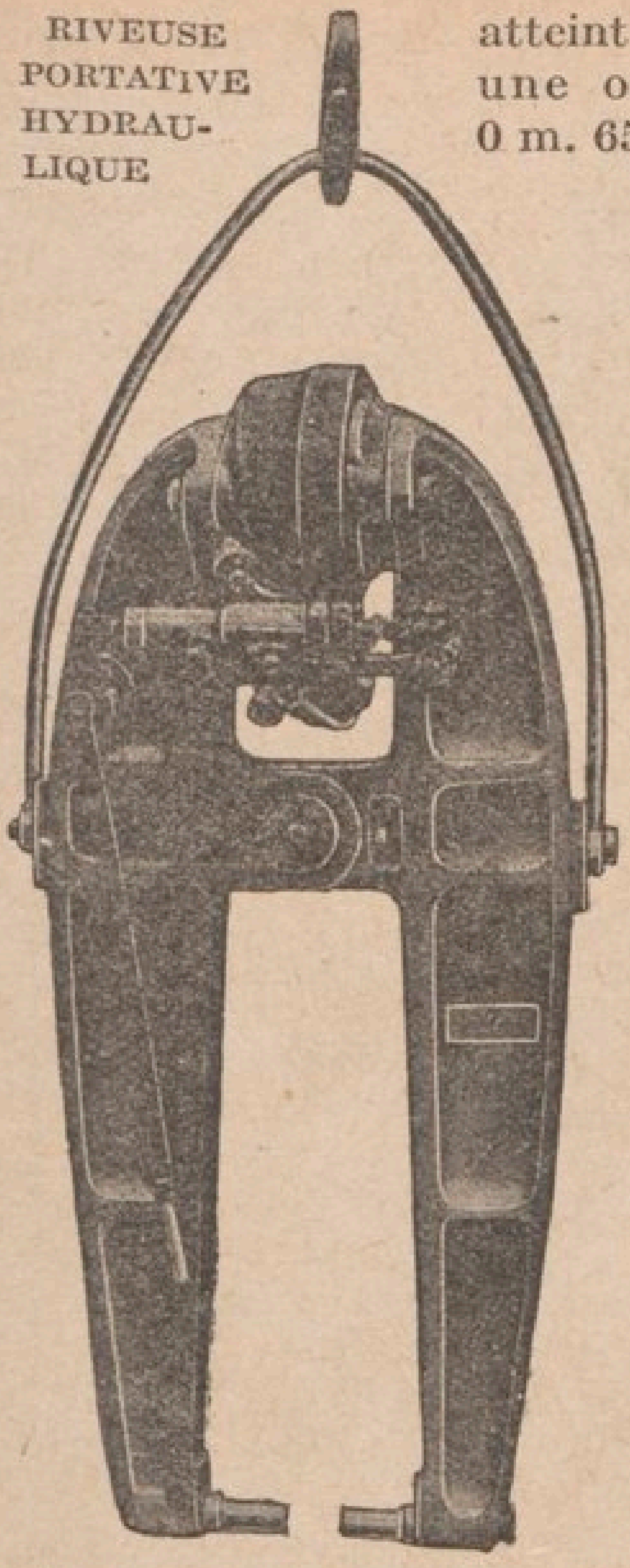
EMPLOI DES RIVEUSES A ACTION DIRECTE SUR UN PONT DE NAVIRE

Les outils de rivetage sont suspendus, sur chaque bord, à un pont transbordeur par l'intermédiaire d'élévateurs hydrauliques à crochets qui permettent une orientation facile et variable des becs de travail.

Sur les chantiers de constructions navales, il est commode de disposer de riveuses à grande ouverture et à bras très longs suspendues de manière à pouvoir être mues librement dans tous les sens. Ces outils sont indispensables pour river les doubles fonds de navires où la place manque généralement.

Pour le rivetage des bordés de carène, on emploie des machines dont la profondeur

RIVEUSE PORTATIVE HYDRAULIQUE



Cette machine, système Fielding, est simplement suspendue au crochet d'une grue.

atteint 2 mètres avec une ouverture de 0 m. 650 et une pression de 50.000 kilogrammes sur le rivet. La suspension de ces outils lourds est commandée hydrauliquement, ce qui permet de les faire tourner de 340° en quelques secondes. Nos illustrations pages 312 et 315 montrent des machines à river hydrauliques fonctionnant le long de la coque et sur les ponts d'un grand paquebot transatlantique en construction.

Dans le rivetage mécanique, le refoulement du métal du rivet est obtenu par une forte pression qui a lieu d'une manière pour ainsi dire instantanée, dans le cas du rivetage par outil à commande hydraulique. La tête du rivet s'obtient alors au moyen d'une matrice dans laquelle elle est refoulée, à une très forte pression, par une bouterolle.

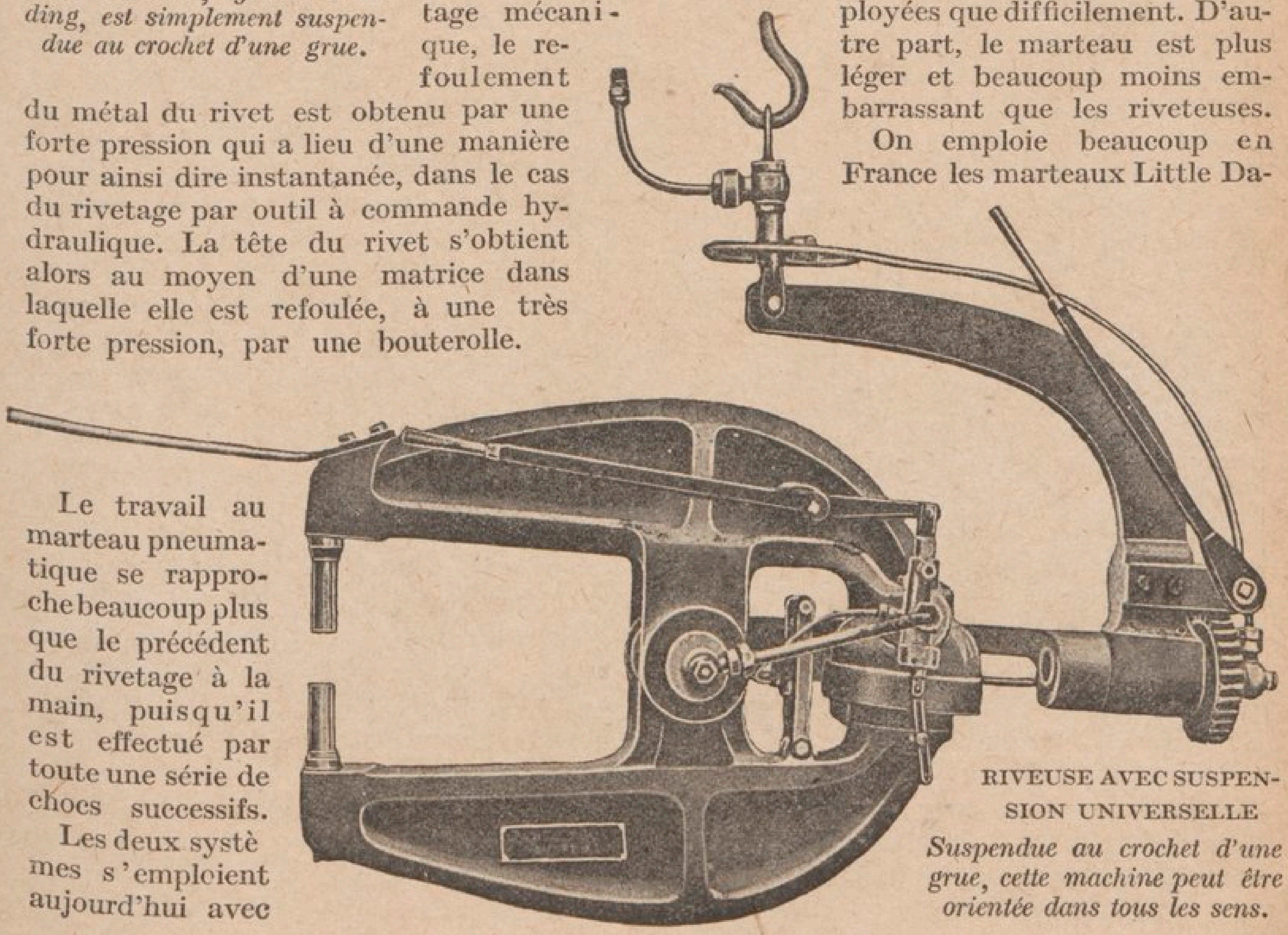
Le travail au marteau pneumatique se rapproche beaucoup plus que le précédent du rivetage à la main, puisqu'il est effectué par toute une série de chocs successifs.

Les deux systèmes s'emploient aujourd'hui avec autant de faveur sur tous les chantiers de construction de navires. Le rivetage mécanique a, en effet, l'avantage de donner aux pièces une adhérence plus forte que celle que l'on peut réaliser au moyen des marteaux à frappe, surtout avec les tôles et les rivets d'acier. Il existe aujourd'hui des installations très complètes permettant de distribuer sur toute la longueur des cales de construction la pression hydraulique ou l'air comprimé nécessaires à la commande des riveuses ou des marteaux pneumatiques.

Quand on emploie les appareils à commande hydraulique, il est absolument nécessaire de disposer d'un outillage comportant toutes les formes de bâtis permettant de pénétrer dans les fonds et d'obtenir un rapprochement énergique des surfaces à river, quelles que soient les conditions défavorables créées par la courbure excessive des tôles, par leur largeur ou par leur épaisseur.

Le marteau pneumatique à poser les rivets est porté par l'ouvrier qui appuie sur son genou la partie frappante, soutenue également par sa main droite, tandis que la poignée est supportée par sa main gauche. L'emploi de ce mode de travail a donc plusieurs avantages, qui le font préférer par certaines maisons. Il permet, notamment, de travailler dans les angles où certaines machines à riveter ne peuvent être employées que difficilement. D'autre part, le marteau est plus léger et beaucoup moins embarrassant que les riveteuses.

On emploie beaucoup en France les marteaux Little Da-

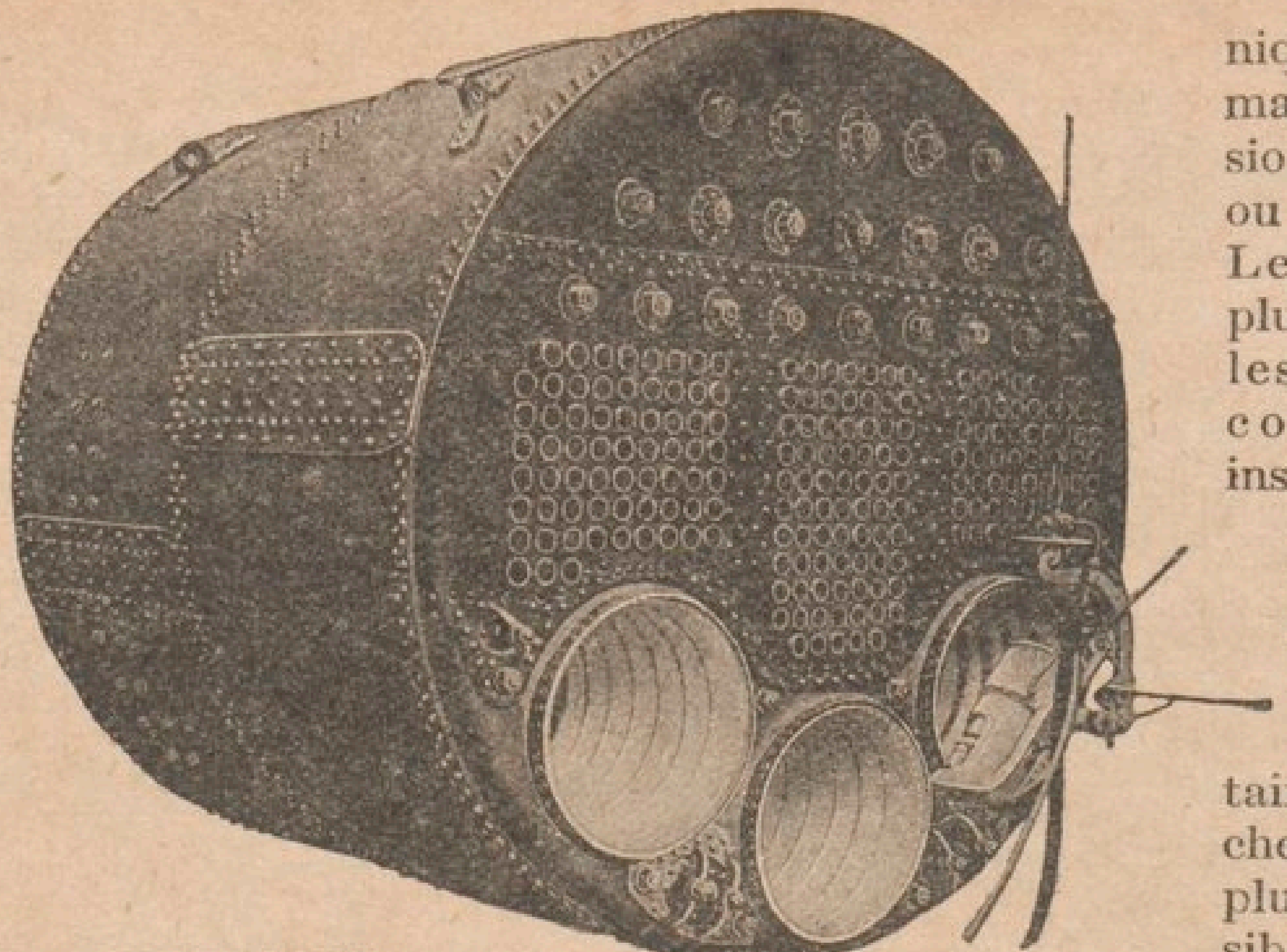


RIVEUSE AVEC SUSPENSION UNIVERSELLE

Suspendue au crochet d'une grue, cette machine peut être orientée dans tous les sens.

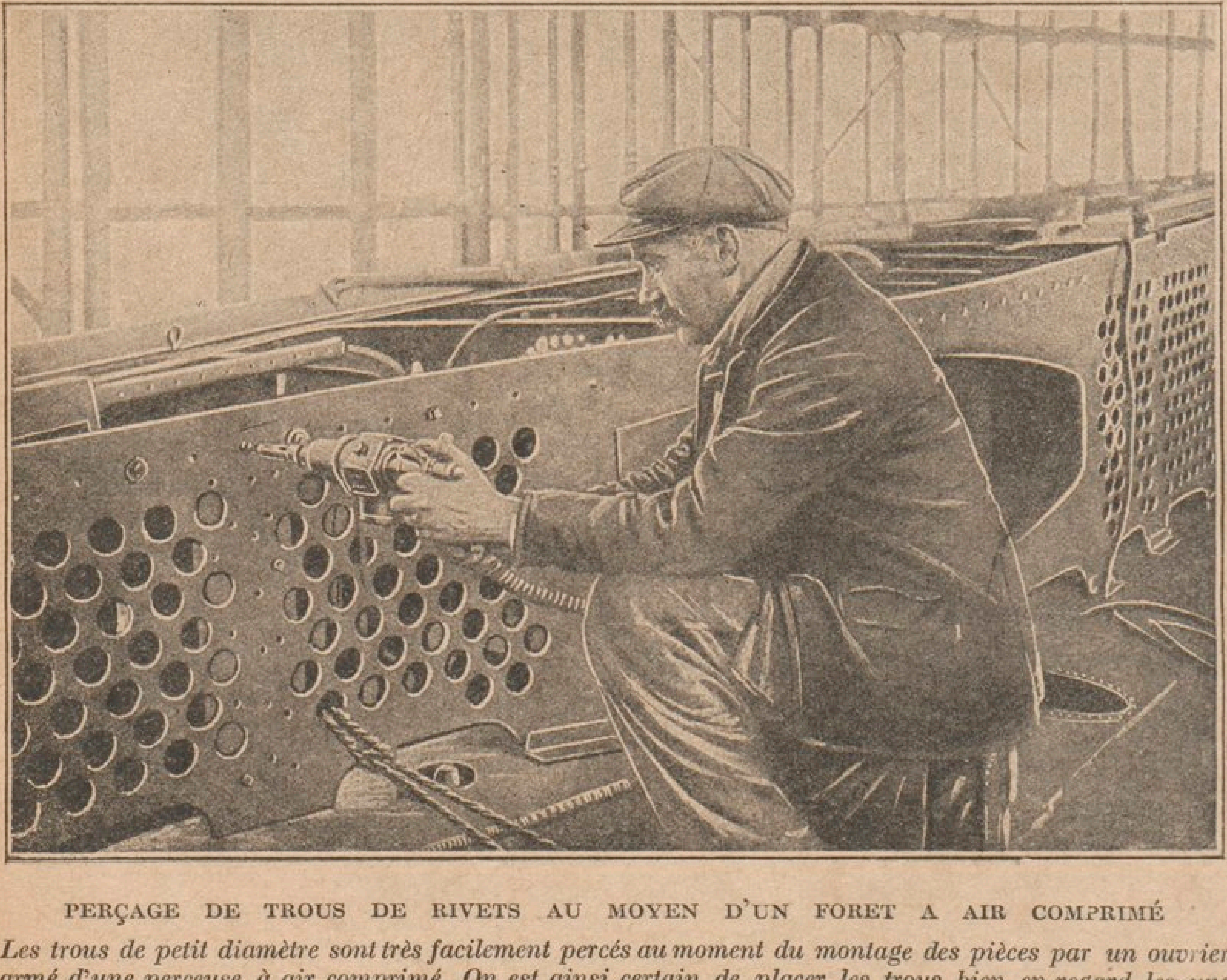
vid à air comprimé, de la Compagnie Ingersoll-Rand, qui ont permis d'améliorer considérablement le rendement des équipes de rivetage dans les arsenaux et dans les chantiers navals.

Comme nous venons de le constater, l'outillage de rivetage des chantiers navals s'est sensiblement transformé pendant les dernières années dans le sens d'une amélioration constante. On emploie partout aujourd'hui le rivetage mécanique au moyen de machines à pression hydraulique ou pneumatique. Le rivetage est plus facile quand les pièces sont commodément installées sur des madriers disposés à terre, dans un atelier. C'est pour cela que, dans certains chantiers, on cherche à river le plus de pièces possible avant leur montage proprement dit sur la carène. Les appareils pneumatiques agissant par percussion sont, en général, plus légers



RIVETAGE DES CADRES DU FOYER D'UNE CHAUDIÈRE MARINE

On a combiné des riveuses portatives servant spécialement à river les cadres de foyer des chaudières marines. Le bec démontable, en acier forgé, permet de pénétrer avec une remarquable facilité dans les espaces étroits qu'on pourrait croire inaccessibles, par exemple entre le carneau et les brides servant à la pose des portes de foyer.



PERÇAGE DE TROUS DE RIVETS AU MOYEN D'UN FORET A AIR COMPRIMÉ

Les trous de petit diamètre sont très facilement percés au moment du montage des pièces par un ouvrier armé d'une perceuse à air comprimé. On est ainsi certain de placer les trous bien en regard les uns des autres dans des tôles superposées, et cela constitue un avantage sérieux.

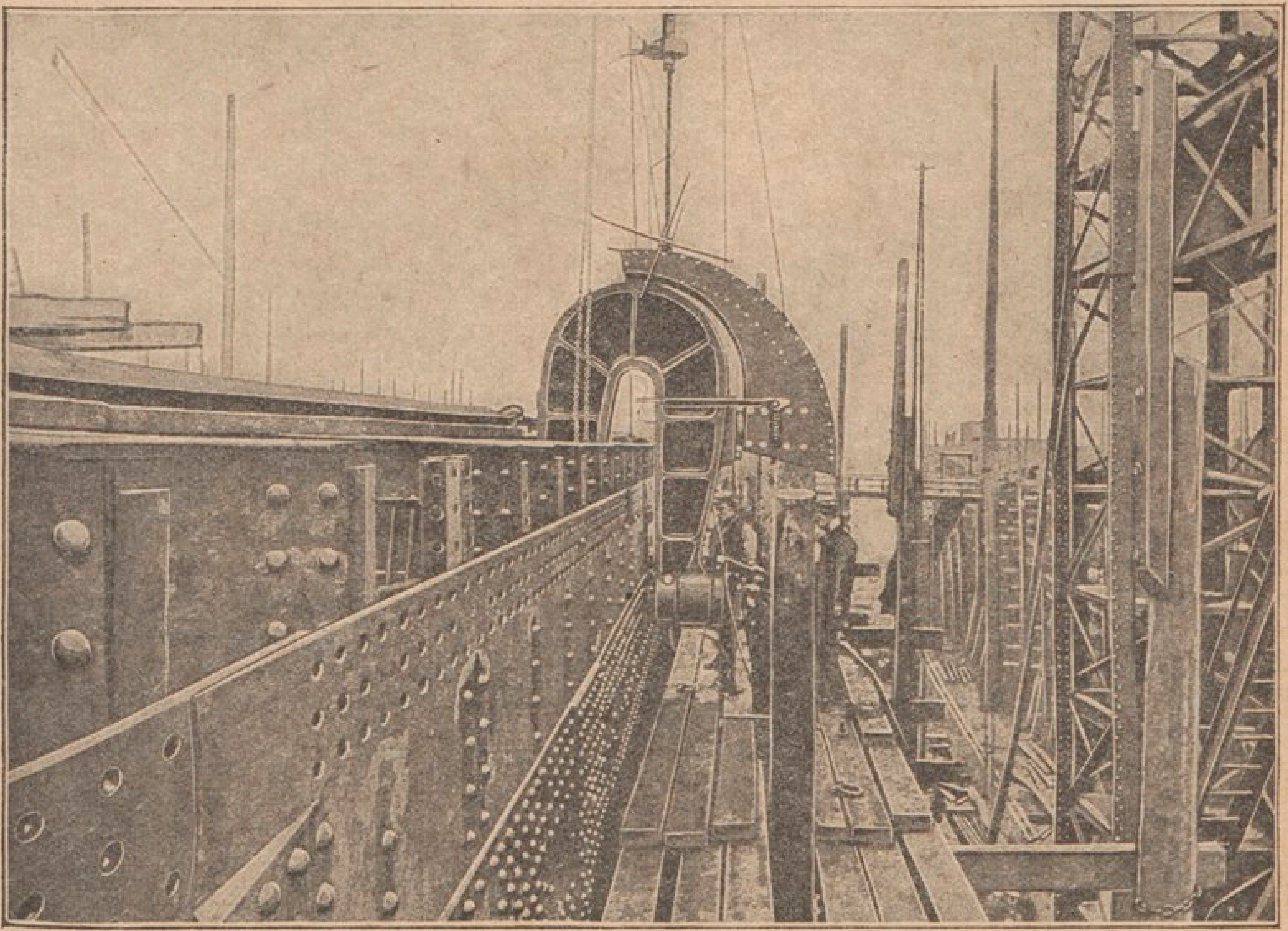
et moins volumineux que les riveuses hydrauliques à pression et on peut les employer dans des cas où ces dernières ne pourraient pas être utilisées faute de place.

Un grand nombre de circonstances, que nous allons énumérer, influent sur la rapidité d'exécution du travail de rivetage.

La longueur des rivets augmente la difficulté de mise en place dans les trous, mais n'a guère d'influence sur le temps que peut durer la formation mécanique de la tête.

La nature du métal dont sont faits les rivets a, naturellement, une très grande influence sur la rapidité de leur pose. On travaillera beaucoup plus vite avec des rivets de fer doux qu'avec des rivets d'acier, surtout si ce dernier métal, ce qui arrive fréquemment, est à haute résistance.

Ces diverses considérations démontrent combien les performances accomplies par divers riveteurs sont difficilement comparables entre elles, car le travail, sur des chantiers différents, a très rarement lieu dans des conditions strictement identiques.



ÉQUIPE D'OUVRIERS POSANT DES RIVETS SUR LA CARÈNE D'UN PAQUEBOT

La riveuse hydraulique est suspendue à la tige d'un élévateur à piston également hydraulique, dont l'extrémité supérieure se déplace le long d'un rail aérien au moyen d'un chariot. L'outil à river, très puissant, a une profondeur de 2 mètres, ce qui permet de poser plusieurs rangs de rivets le long des tôles de bordé de la coque. On le voit, ayant la forme d'un énorme fer à cheval, au centre de la photographie.

L'espacement des trous a de l'importance au point de vue de la rapidité du travail de pose. Quand les coutures comportent un grand nombre de rivets très rapprochés, on travaillera plus vite que s'il s'agit de rivets distants. D'autre part, un riveteur ira beaucoup plus vite pour poser un mille de rivets s'il opère sur le sol près de la quille que s'il travaille sur un échafaudage au sommet du bordé de la coque. De même, le travail est forcément plus rapide dans un chantier abrité qu'en plein air, surtout par mauvais temps.

D'après des relevés faits en Angleterre, un ouvrier nommé W. Smith, des chantiers de constructions navales J. Brown, à Clydebank (Ecosse), était arrivé à poser 6.783 rivets dans une journée de neuf heures, soit par heure 754 rivets ayant 22 millimètres de longueur et de 11 à 12,7 millimètres de diamètre. L'équipe comportait deux aides chargés de placer les rivets, deux gamins qui les sortaient du four à réchauffer et un rive-

teur muni d'un marteau percuteur pneumatique système Boyer, pesant neuf kilogrammes et se manœuvrant à la main.

Dans un autre essai, fait dans les chantiers Beardmore, à Dalmuir (Ecosse), un ouvrier, nommé D. Deviney, travaillant à la presse hydraulique, a posé par heure 491 rivets de 11 millimètres de diamètre, dont la longueur variait de 11 à 14 millimètres, soit 4.222 rivets par journée de neuf heures, ce qui est un très joli résultat. L'équipe comprenait deux aides et deux chauffeurs, soit cinq ouvriers, y compris le riveteur, qui mettait lui-même les rivets en place.

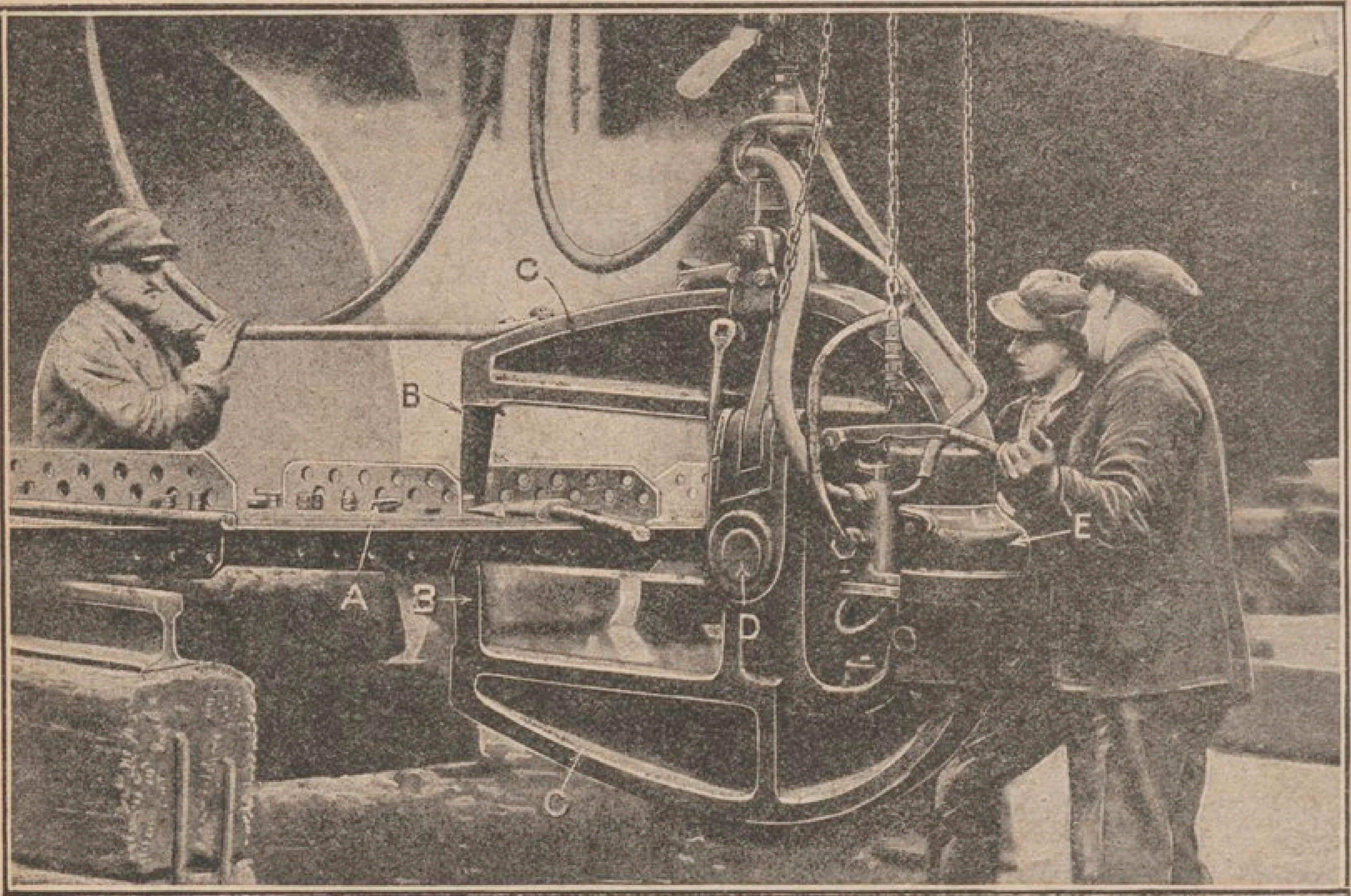
Au cours d'un travail de réparation de navire exécuté à Brooklyn (Etats-Unis), le riveteur H. Briggs aurait posé 7.864 rivets de 22 millimètres en sept heures et demie, ce qui représente presque 1.049 rivets à l'heure.

On voit que ces trois chiffres diffèrent les uns des autres d'environ 250 unités à l'heure.

Si l'on adopte le nombre de 4.000 par journée de neuf heures, qui est déjà un record, on voit qu'il faudrait cinquante jours à une équipe de dix riveteurs experts pour placer un million de rivets. En moyenne, il y a vingt-cinq équipes d'ouvriers occupées en même temps au rivetage sur chaque navire.

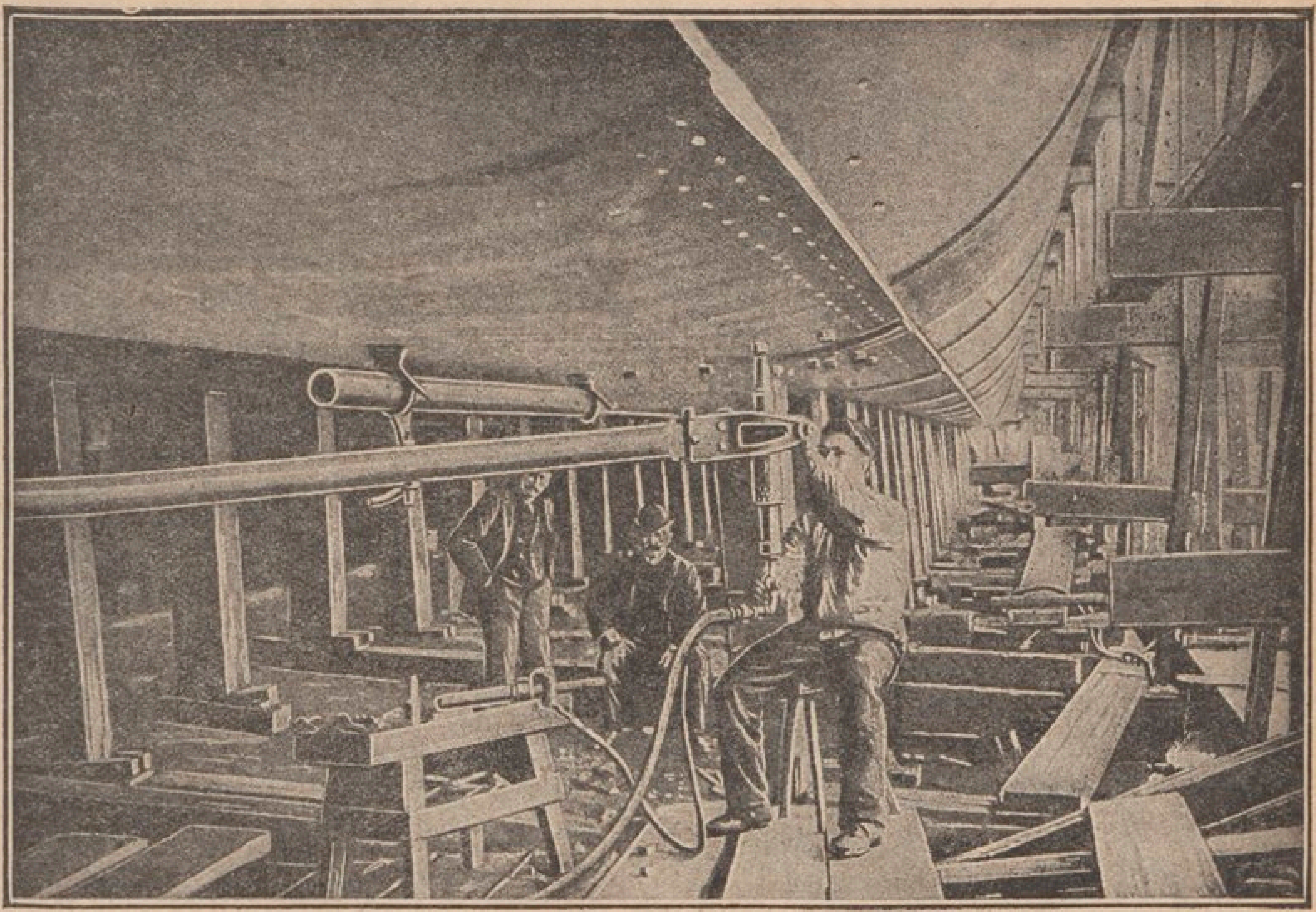
Pour encourager les ouvriers riveteurs à travailler le plus rapidement possible, on a cherché à les intéresser par tous les moyens possibles à l'augmentation de la production. On a, notamment, compté avec raison sur l'instinct sportif des ouvriers anglais et américains et sur leur esprit de compétition pour établir des « records » en ce qui concerne non seulement l'importance du tonnage mensuel construit par chaque chantier, mais aussi le nombre de rivets posés par les équipes des diverses maisons de constructions navales ou arsenaux. Le rivetage, qui influe si directement sur la durée de construction des navires, est une opération qui donne lieu à des chronométrages et à des comparaisons faciles si l'on se borne à considérer seulement le nombre de rivets de chaque catégorie posés pendant un laps de temps déterminé.

Afin de stimuler le zèle des équipes de rive-



OUVRIERS ANGLAIS POSANT DES RIVETS AVEC UNE MACHINE HYDRAULIQUE

La pièce à river A *est placée entre le bec supérieur* B *et la matrice inférieure* B *de l'outil, supportés chacun par un de ses deux bras* C C *qui pivotent autour de l'axe* D. *Sur le bras inférieur* C *est posé le cylindre à piston hydraulique* E *que l'ouvrier fait fonctionner au moyen d'un levier à main, agissant sur une valve. Le rivet chaud est refoulé par le bec supérieur* B, *que l'ouvrier de gauche maintient en place avec un levier pendant le travail. Cette machine rend indispensable le travail par équipes.*



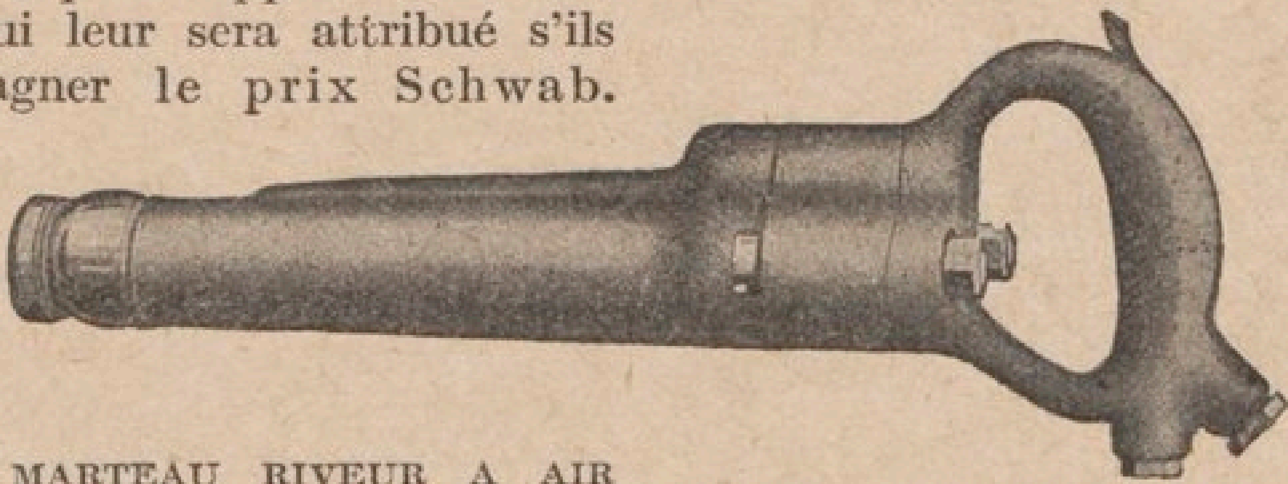
RIVETAGE DES TÔLES DU FOND D'UNE COQUE DE NAVIRE

La riveuse hydraulique peut servir à poser des rivets à tête fraisée de 21 m/m dans les « petits fonds » de la coque des navires. C'est un travail délicat dont la bonne exécution, parfois assez difficile, a beaucoup d'importance pour la solidité de la carène.

teurs, M. Schwab, directeur général des constructions navales civiles aux Etats-Unis, a offert un prix de 50.000 francs aux ouvriers du chantier qui produira le plus fort tonnage de navires dans un temps donné. Les administrateurs de plusieurs compagnies de constructions maritimes ont créé en faveur de leurs employés un prix supplémentaire de 50.000 francs, qui leur sera attribué s'ils réussissent à gagner le prix Schwab.

Chaque semaine, l'Emergency Fleet Corporation publie un relevé donnant l'état d'avancement des navires dans chaque chantier naval et les nombres d'heures constatés officiellement pour les travaux complètement achevés.

Le journal anglais le *Daily Mail* a institué entre les chantiers navals du Royaume Uni un concours doté de quatre prix de 62.500 francs, attribués chacun à un des principaux districts de construction, à savoir : Ecosse, côte Nord-Est, Irlande, côte Ouest et Sud, Pays de Galles. Les prix seront gagnés par les chantiers qui auront réalisé le délai minimum pour la construction des navires à eux confiés pendant la période comprise entre le 3 juin 1918 et le 11 janvier 1919. Le montant de ces prix sera réparti entre les ouvriers qui auront passé sur les cales un nombre d'heures de travail égal à 90 % du temps total correspondant à la période considérée.



MARTEAU RIVEUR A AIR COMPRIMÉ CONNU SOUS LE NOM DE « LITTLE DAVID »

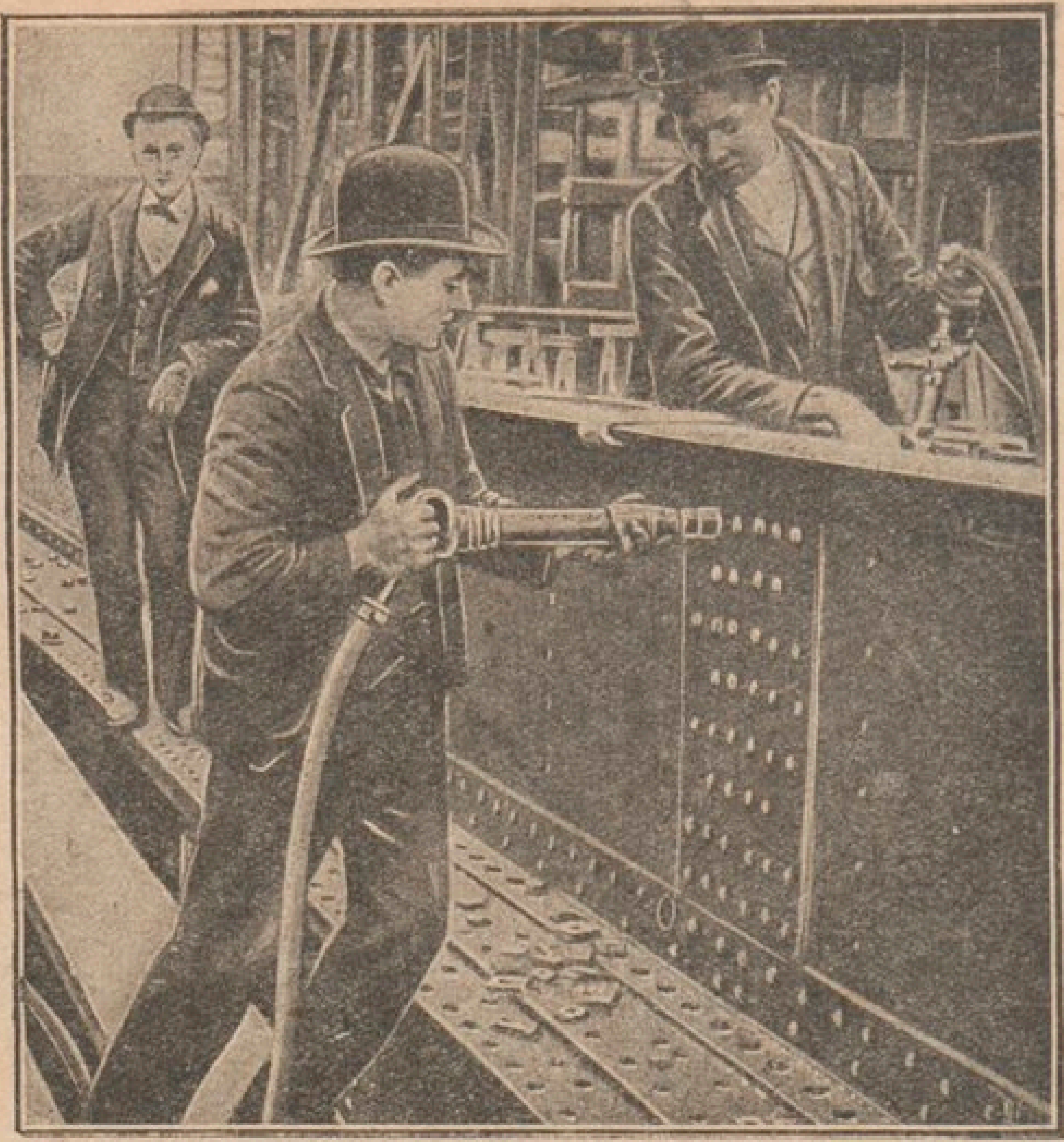
Cet outil, quoique très léger, rend de grands services pour la pose des rivets dans les chantiers français, où il a été introduit par la Compagnie franco-américaine Ingersoll-Rand.

Quelques-uns des records publiés par certaines sociétés de constructions navales américaines ne sont pas facilement comparables avec ceux que nous avons cités plus haut et

qui proviennent de renseignements relatifs à des chantiers anglais. Cependant, on admet, aux États-Unis, qu'un riveteur travaillant seul pourrait poser couramment aujourd'hui 3.500 rivets en neuf heures, alors qu'il y a quelques mois, il n'en aurait guère posé plus d'un millier.

En effet, l'habileté des ouvriers semble se développer considérablement avec la pratique. Ainsi, le 28 mai dernier, le riveteur John Lowry, travaillant dans les grands chantiers irlandais Workman Clark and Co., de Belfast, a posé 7.841 rivets en une seule journée. Ce record a été battu de loin par John Watson Moir, de la même maison, qui, le 5 juin, a mis en place en neuf heures, dans le double fond d'un cargo-boat, 11.209 rivets de 22 à 57 millimètres de diamètre, pesant 2.540 kilogrammes. La moyenne correspondante est de 1.245 rivets à l'heure avec un maximum de 1.409 rivets pour la septième heure. A certains moments, on a constaté une vitesse de 26 rivets à la minute. MM. Workman Clark and Co. ont accordé une récompense de 1.300 francs à l'auteur de cet exploit. Une lettre d'éloges lui a été adressée par S. M. le roi George V; M. Lloyd George, le vice-roi d'Irlande, lord Pirrie, directeur général des contructions de la marine commerciale, ont également tenu à féliciter chaudement ce recordman extraordinaire.

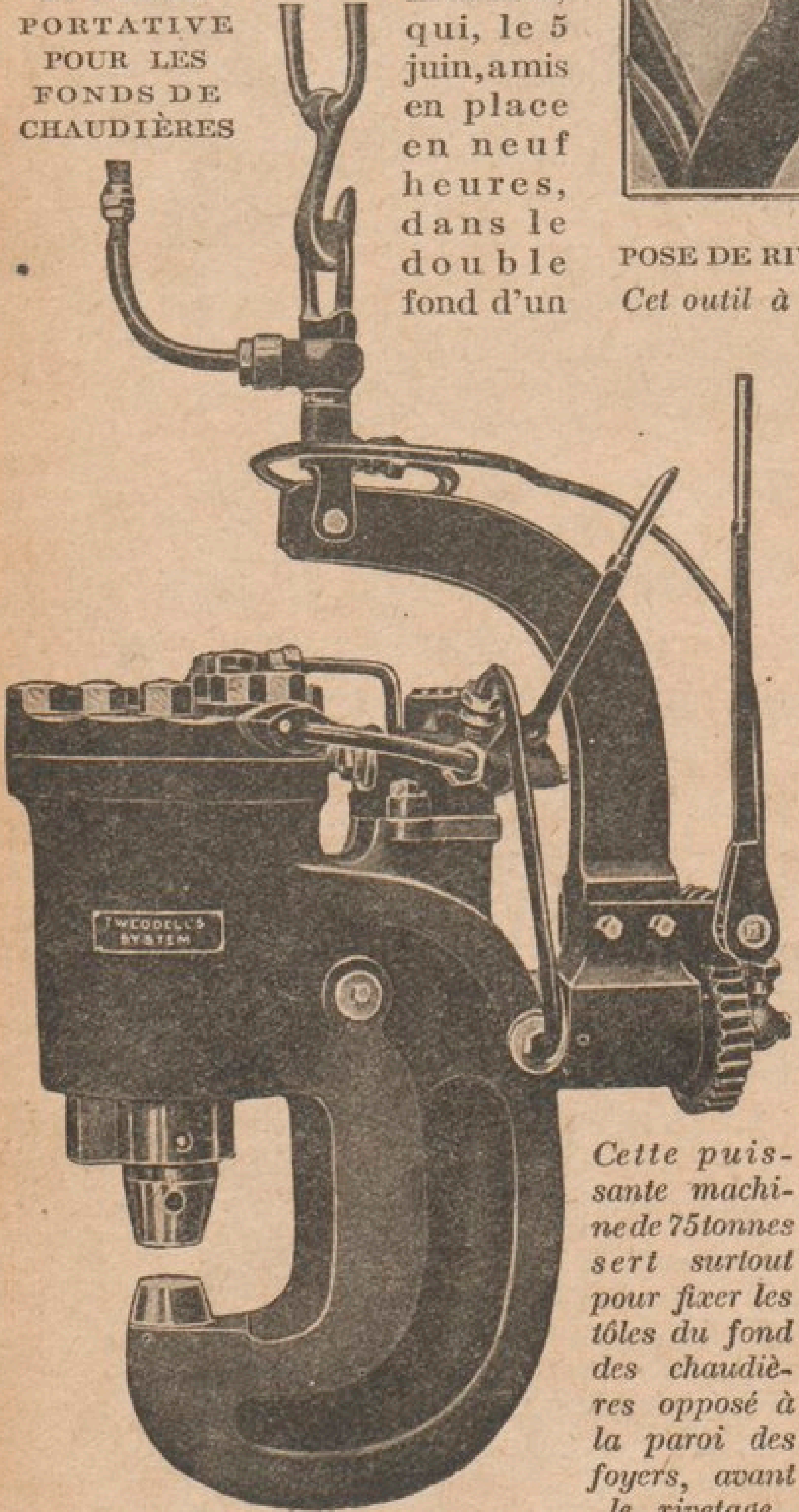
On a récemment essayé, aux chantiers de Newark (Etats-Unis) en présence d'une délégation d'ingénieurs représentant le Shipping Board ou Administration des Constructions navales, un nouveau système d'assemblage des tôles et autres éléments de navires non plus par rivetage, mais par soudure. La Federal Shipbuilding Corporation doit, paraît-il, construire un cargoboat de 9.500 tonnes en appliquant ce nouveau système. Ch. Raynouard.



POSE DE RIVETS AU MOYEN D'UN MARTEAU PNEUMATIQUE

Cet outil à longue course est employé ici à poser des rivets sur une carlingue de fond d'un navire de commerce en construction dans les immenses chantiers William Cramp and Sons, à Philadelphie.

RIVEUSE PORTATIVE POUR LES FONDS DE CHAUDIÈRES



Cette puissante machine de 75 tonnes sert surtout pour fixer les tôles du fond des chaudières opposé à la paroi des foyers, avant le rivetage.

APRÈS LE GAZ D'ÉCLAIRAGE ET LE GAZ PAUVRE, L'HYDROGÈNE ACTIONNE LES AUTOS

Par Pierre **DESBORDES**

L'ARTICLE qu'a publié *La Science et la Vie* sur l'alimentation des moteurs d'automobiles par le gaz d'éclairage a suscité quelques essais de la part de différents constructeurs. Tous ont obtenu de ces essais plus qu'ils n'espéraient. Malheureusement, beaucoup ont été arrêtés par le manque de gaz. En Angleterre, les expériences que nous avons signalées ont été suivies avec intérêt par le gouvernement qui voyait dans le nouveau carburant un moyen efficace d'économiser l'essence, si nécessaire aux armées. En France, les mêmes expériences furent caractérisées par l'indifférence des pouvoirs publics à leur égard. On n'en voulut retenir qu'une chose : c'est que l'emploi du gaz pour assurer le fonctionnement des automobiles allait produire une hausse sensible dans la consommation. Comme cette consommation est déjà trop forte, on n'encouragea nullement les essais, et ceux qui les avaient entrepris durent bientôt les interrompre. On a simplement oublié que l'emploi du gaz, si on le réservait strictement aux services publics et aux automobiles militaires, pouvait faire bénéficier l'Etat d'une économie considérable. Rien n'empêche les camions industriels, les autobus et tous les

MONTAGE D'UN TUBE D'HYDROGÈNE SUR UNE PUISSANTE MACHINE

Le tube est placé au bas des sièges arrière. Il pèse 45 kilos et renferme environ 4 mètres cubes d'hydrogène. Sur la canalisation qui le relie au carburateur est intercalé un détendeur.

« poids lourds » en général, d'être pourvus d'une enveloppe à gaz, qui, à condition d'être rechargée tous les quarante ou cinquante kilomètres, leur permettrait de rouler aussi bien, aussi vite et d'aller tout aussi loin qu'avec un réservoir d'essence.

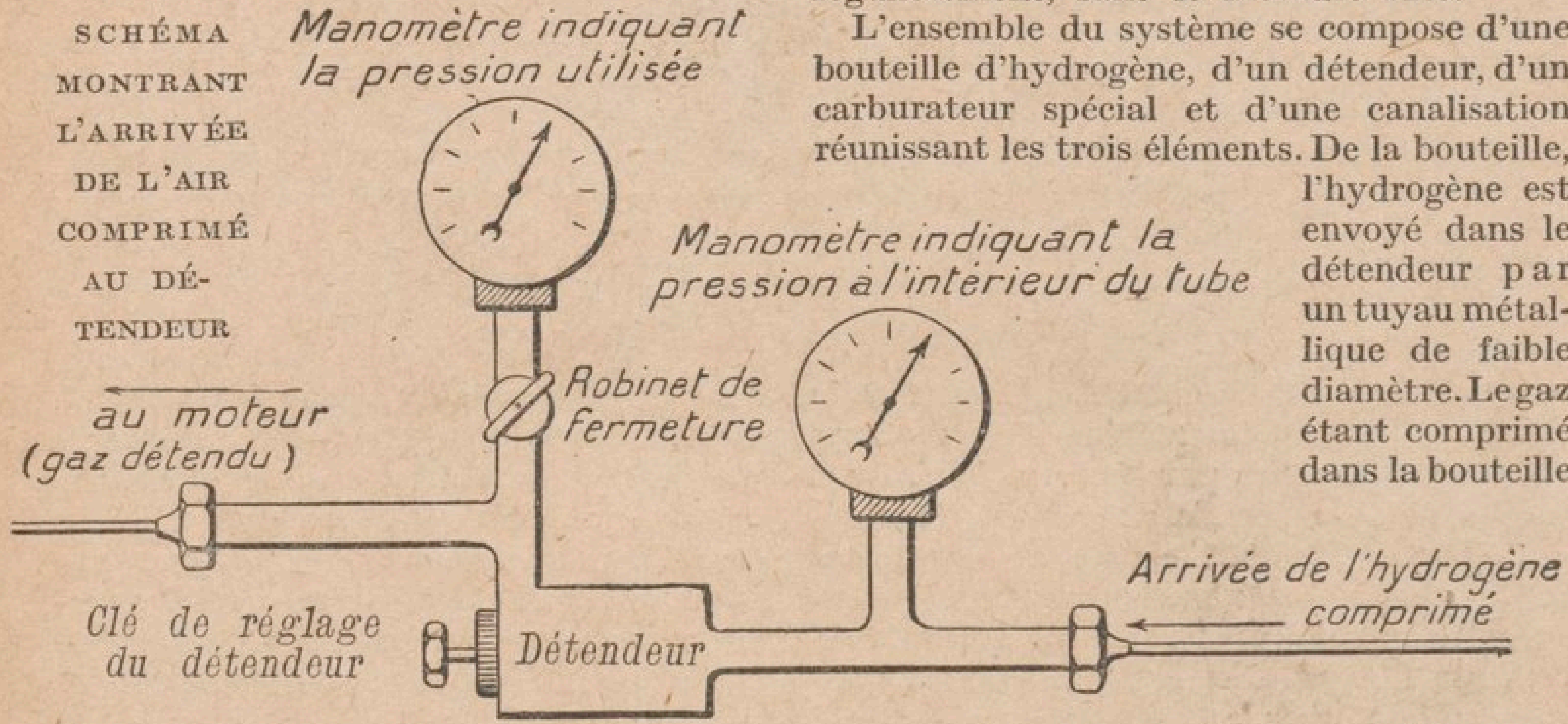


SCHÉMA MONTRANT L'ARRIVÉE DE L'AIR COMPRIMÉ AU DÉTENDEUR

La pression à l'intérieur du tube d'hydrogène est trop forte pour que le gaz puisse passer directement de la bouteille de fonte au carburateur. Il lui faut traverser un appareil spécial qui détend le gaz avant son arrivée au moteur. Deux manomètres placés sous les yeux du conducteur lui indiquent à tout moment la pression à l'intérieur du tube et la pression utilisée.

Un industriel de Paris, M. Cauet, qui avait expérimenté avec beaucoup de succès une automobile de ce genre, s'étant vu refuser la quantité de gaz qui lui était nécessaire, s'efforça de trouver un autre carburant dont il soit possible d'user sans crainte de restrictions immédiates. Après avoir examiné différentes solutions, il s'arrêta à l'hydrogène et, en collaboration avec M. Kinsbourg, établit un système de carburation original et d'un fonctionnement excellent.

Il importait, en premier lieu, de savoir comment se comporterait le moteur avec un gaz brutal et brisant comme l'hydrogène mélangé avec de l'air. Les essais ont montré qu'il convenait d'agir avec une extrême prudence, mais qu'une fois le carburateur réglé, on obtenait un départ relativement plus facile qu'avec l'essence. Le moteur rend immédiatement, s'échauffe beaucoup moins et tourne plus régulièrement, sans le moindre raté.

L'ensemble du système se compose d'une bouteille d'hydrogène, d'un détendeur, d'un carburateur spécial et d'une canalisation réunissant les trois éléments. De la bouteille, l'hydrogène est envoyé dans le détendeur par un tuyau métallique de faible diamètre. Le gaz étant comprimé dans la bouteille à la pression de 150 kilos par centimètre carré, le détendeur a pour but, comme son nom l'indique, d'abaisser considérablement la pression, de façon à l'amener à 1 kg. ou 1 kg. 500. C'est à cette pression que l'hydrogène parvient au carburateur. Le détendeur est pourvu de deux manomètres et de deux robinets ; le premier de ces manomètres indique la pression à l'intérieur du tube d'hydrogène ; le second, la pression du gaz à la sortie du détendeur. L'un des robinets, fixé en dessous du second manomètre, sert à interrompre l'arrivée du gaz ; l'autre assure le réglage de la pression utilisée. En le tournant dans le sens voulu, on réduit peu à peu la pression du gaz jusqu'à l'amener à 1 kg. 500. Le détendeur comporte, en outre, deux boulons permettant le démon-

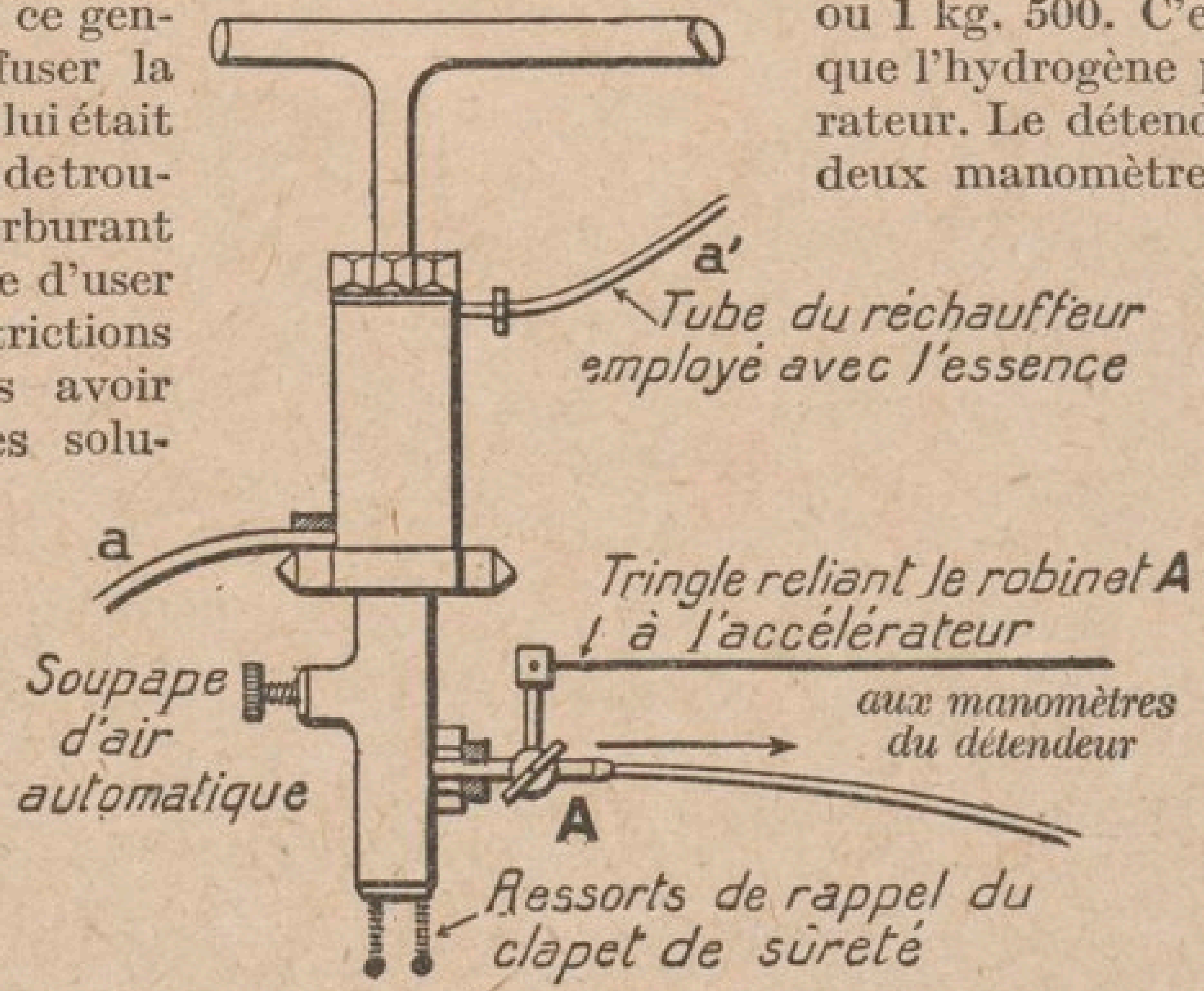


SCHÉMA DU MONTAGE DU CARBURATEUR CAUET

Un carburateur spécial remplace le carburateur ordinaire. Il est disposé en dessous du réchauffeur, qui n'est pas utilisé, n'étant point nécessaire.

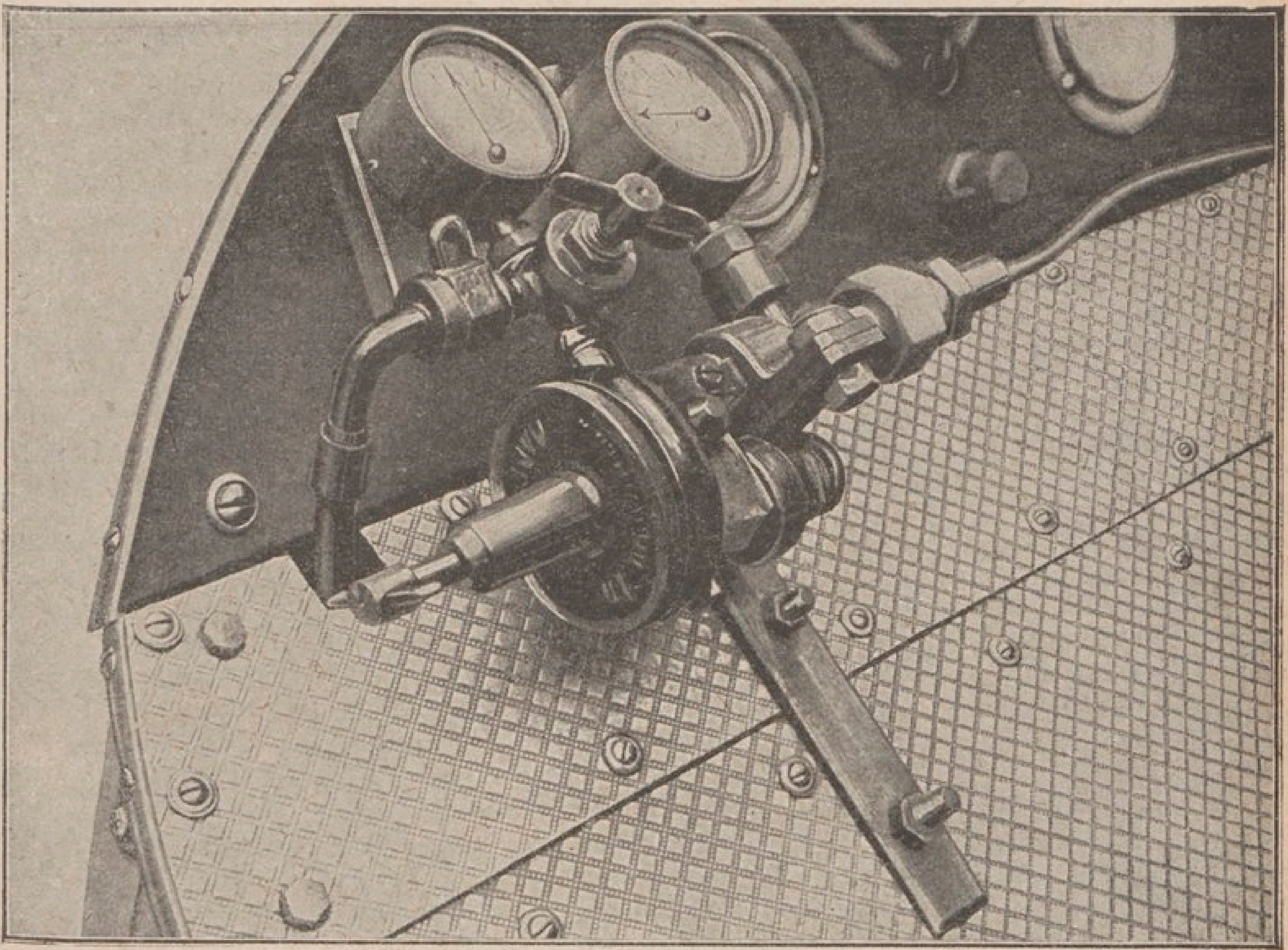
tage extrêmement rapide de la canalisation.

Le carburateur est d'un modèle spécial ; il est disposé à la place du carburateur habituel, en dessous du réchauffeur, que l'on n'utilise pas avec l'hydrogène. L'air est admis dans le carburateur par une soupape automatique ; l'arrivée du gaz est réglée par un robinet relié par une tringle à l'accélérateur. Bien que très réduite, la pression du gaz à l'arrivée dans le carburateur est encore suffisante pour présenter un danger d'explosion. Aussi, M. Cauet a-t-il eu soin de disposer à l'intérieur du carburateur une sorte de valve permettant, en cas de ratés, au retour, l'obturation automatique de l'arrivée du gaz. Sans cette précaution, on courrait le risque de faire éclater le carburateur ou de provoquer l'inflammation de l'hydrogène. Au contraire, avec le dispositif adopté, si un raté se produit, le clapet de sûreté, d'abord rejeté violemment en avant par l'excès de pression, vient reprendre sa place sous l'action de deux petits ressorts de rappel, fixés à la base du carburateur, et le moteur continue à tourner.

Tout le fonctionnement du système et sa sécurité résident donc dans le bon réglage du carburateur et du clapet de sûreté. Il convient de procéder à la mise au point de ces organes avec une extrême prudence et la plus grande attention ; quand cette mise au point est effectuée, tout marche parfaitement.

L'hydrogène est contenu dans un tube de fonte semblable à ceux que l'on utilise dans l'aérostation militaire. On trouve facilement ces tubes dans le commerce. Il en est de même du détendeur, qui se fabrique en série er qu'on peut se procurer aisément. Seul le carburateur est d'une construction spéciale.

Le tube, sur la voiture de M. Cauet, est placé au bas des sièges arrière. Cette disposition est provisoire. Dans l'installation définitive, on placera le tube tout à l'arrière de la voiture, en dessous ou à la place du réservoir d'essence. L'emploi de l'hydrogène comme carburant est intéressant à ce triple point de vue qu'il est d'un usage moins coûteux que l'essence, qu'il n'encrasse pas le



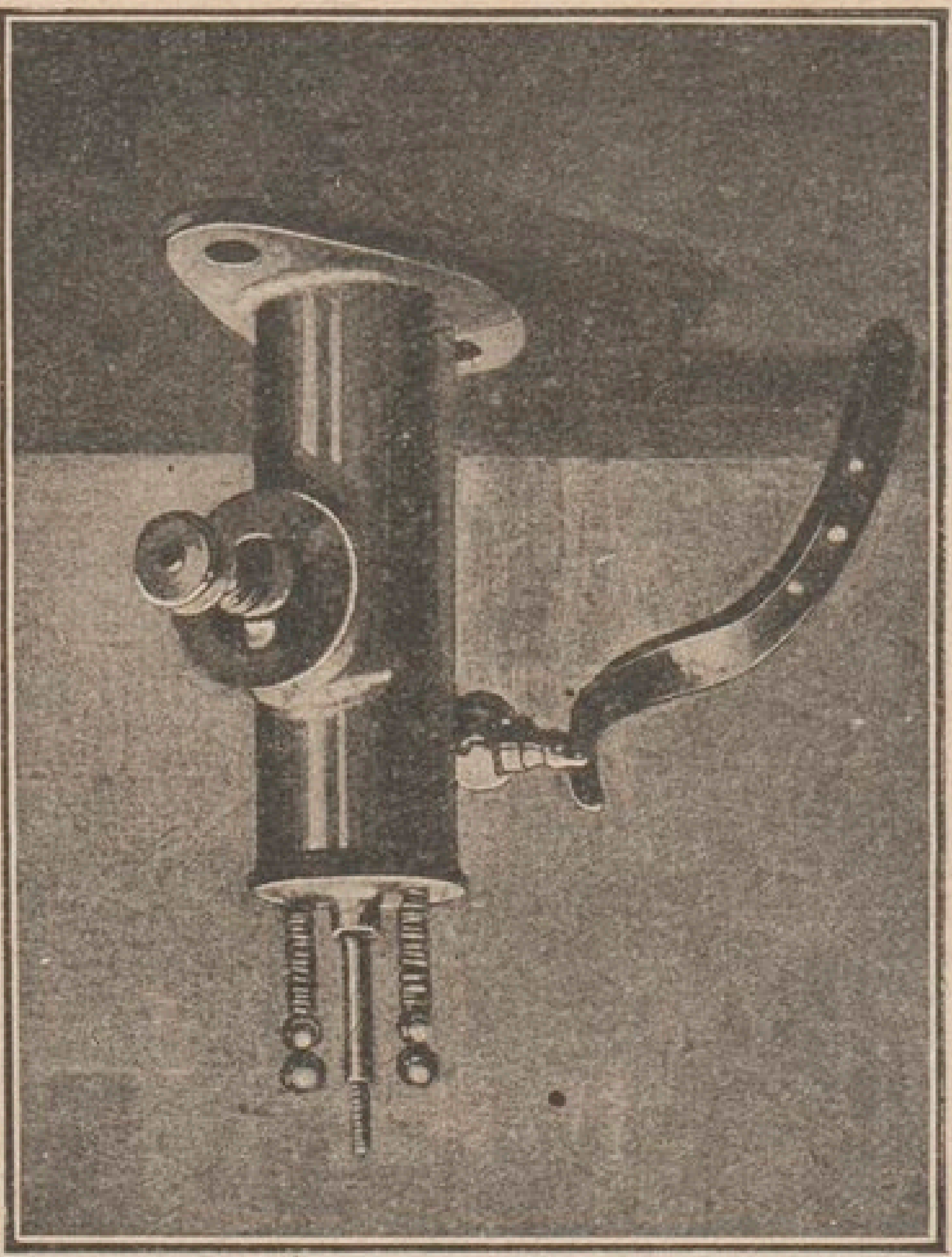
LE DÉTENDEUR EST FIXÉ SUR LA VOITURE A PORTÉE DU CONDUCTEUR

Le détendeur est d'un modèle employé couramment dans l'industrie. Il permet de réduire à volonté la pression de l'hydrogène par le jeu de la clé que l'on aperçoit ici sur la droite de la photographie. De 150 kilos, la pression est abaissée à 1 kilo ou 1 kg. 500.

moteur et que les restrictions apportées à la consommation de l'essence et du gaz d'éclairage ne le concernent pas. Il n'y a pas pénurie d'hydrogène et l'on peut s'en procurer dans toutes les grandes villes.

Son prix est, depuis la guerre, plus qué doublé ; il s'élève à 2 fr. 25 le mètre cube. Néanmoins, son emploi est encore moins onéreux que celui de l'essence. Pendant les essais de mise au point, la consommation a été de 260 litres par quart d'heure pour une grosse voiture qui use habituellement 18 litres d'essence aux 100 kilomètres. A la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, il faudra donc disposer de 6 mètres cubes d'hydrogène pour parcourir 100 kilomètres. Ces six mètres cubes coûteront 13 fr. 50 ; le prix des 18 litres d'essence, nécessaires pour franchir la même distance à une vitesse qui ne sera pas supérieure, s'élèvera à 21 fr. 60, le litre d'essence étant estimé actuellement à 1 fr. 20.

Les tubes d'hydrogène se font de deux sortes : les uns renferment 4 mètres cubes et pèsent 45 kilos ; les autres contiennent près de 8 mètres cubes — exactement 7 mc. 800 — et leur poids est de 85 kilos. Il serait facile de placer un tube de 8 mètres cubes de chaque côté de la voiture, sur les marche-pieds ou sur les pare-boue. Outre que cette disposition n'apporterait aucun encombrement, elle assurerait à la voiture une charge en carburant suffisante pour parcourir d'une seule traite 300 kilomètres et même davantage.



LE CARBURATEUR CAUET

A droite: soupape pour l'admission de l'air ; à gauche: robinet d'arrivée du gaz ; en bas : ressorts de rappel du clapet de sûreté.

La voiture qui a servi aux expériences de M. Cauet est très puissante et consomme énormément. Sur une petite automobile de quelques chevaux, l'emploi de l'hydrogène serait certainement beaucoup plus avantageux encore que sur les grosses voitures.

Après tous les essais qui ont eu lieu jusqu'à présent et qui ont été absolument en faveur des carburants gazeux, on peut prédire à ceux-ci un brillant avenir. L'hydrogène donne d'aussi bons résultats que le gaz d'éclairage, mais il n'a pas la souplesse et n'offre pas la sécurité de ce dernier. C'est pourtant le carburant qui, dans les circonstances actuelles, doit être substitué à l'essence, devenue si rare. Mais quand le temps de guerre aura fait place au temps de paix, qu'il sera possible de consommer du gaz d'éclairage sans la moindre restriction, alors, c'est celui-ci, croyons-nous, qui affirmera sa supériorité sur les carburants liquides. On trouvera dans son emploi tant d'avantages, au point de vue économique surtout, que l'on n'hésitera pas à remplacer l'essence par le gaz d'éclairage *comprimé*.

On a songé aussi à utiliser l'acétylène. A première vue, ce carburant paraît d'un emploi assez dangereux ; en réalité, il ne l'est pas davantage que l'hydrogène.

Au point de vue sécurité, on a fait, en ces dix dernières années, de grands progrès dans la fabrication des générateurs à acétylène ; ces progrès sont tels que l'installation d'un appareil de ce genre sur une automobile ne présente plus guère d'inconvénients.

L'acétylène donne 13.000 calories au mètre cube, le gaz 5.000 calories seulement. C'est dire que l'acétylène serait d'un rendement bien meilleur, si la difficulté de se procurer actuellement du carbure de calcium et son prix de revient ne constituaient pas une entrave sensible à l'emploi régulier de ce carburant. Un autre inconvénient de l'acétylène est de dégager une grande quantité de carbone, déterminant des difficultés de graissage, un refroidissement défectueux et un mauvais allumage, ce qui n'existe ni avec l'hydrogène, ni avec le gaz d'éclairage.

Il est cependant une solution qui pourrait bien être celle de l'avenir. Elle consiste à utiliser un mélange d'hydrogène et d'acétylène, de façon à augmenter sensiblement le rendement calorique du premier.

PIERRE DESBORDES.

UNE LOCOMOTIVE GÉANTE

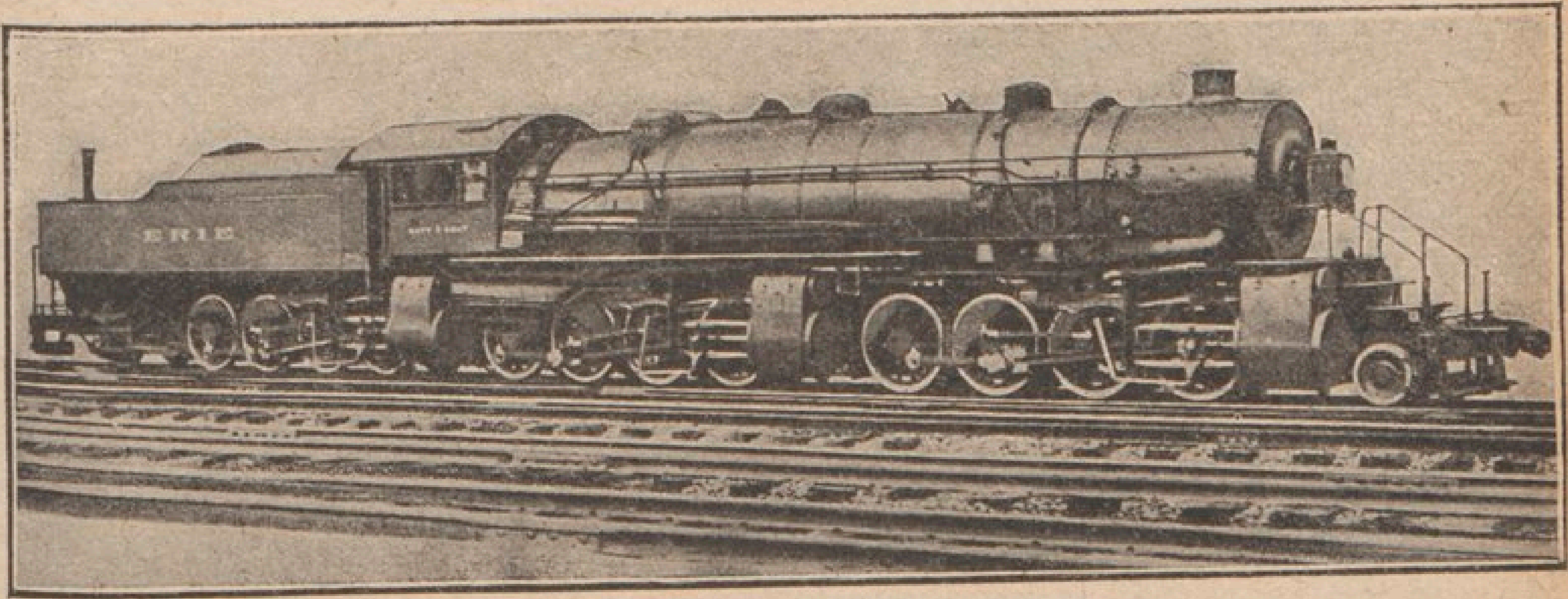
Par Jean DESTRUELS

La charge que peut remorquer une locomotive dépend principalement de la fraction de son propre poids total qui qui est supportée par ses roues motrices accouplées (poids adhérent). La valeur de cette fraction varie beaucoup, suivant le service auquel chaque modèle est destiné.

Dans le service des marchandises, une locomotive doit, en général, développer un effort de traction très élevé à une vitesse relativement faible et, par conséquent, on doit répartir sur les roues motrices la plus grande partie du poids total, autant que le permettent les exigences du service. Il est donc évident qu'une locomotive dont le poids est entièrement supporté par les roues motrices, y compris celui de l'eau et du combustible, pourra remorquer, proportionnellement à ses propres dimensions, le train de poids maximum. On emploie ordinairement ce genre de machines pour la traction des trains lourds et lents, qui n'effectuent que des trajets relativement courts.

Le poids que peut supporter sans danger une paire de roues motrices calées sur un même essieu est limité par la solidité des voies et des ponts. Il est donc évident que, plus on veut réaliser une puissance de traction élevée, plus il faut augmenter le nombre des roues motrices destinées à supporter l'excès du poids nécessaire à l'adhérence. On a employé des locomotives à longerons rigides supportées par six paires de roues motrices. Quand on veut augmenter encore le nombre des roues accouplées, il faut les répartir en plusieurs groupes, dont les longerons distincts sont reliés les uns aux autres par des articulations à pivots, de manière à permettre à la machine de passer facilement dans des courbes de faibles rayons et sur des parties de voies dénivelées.

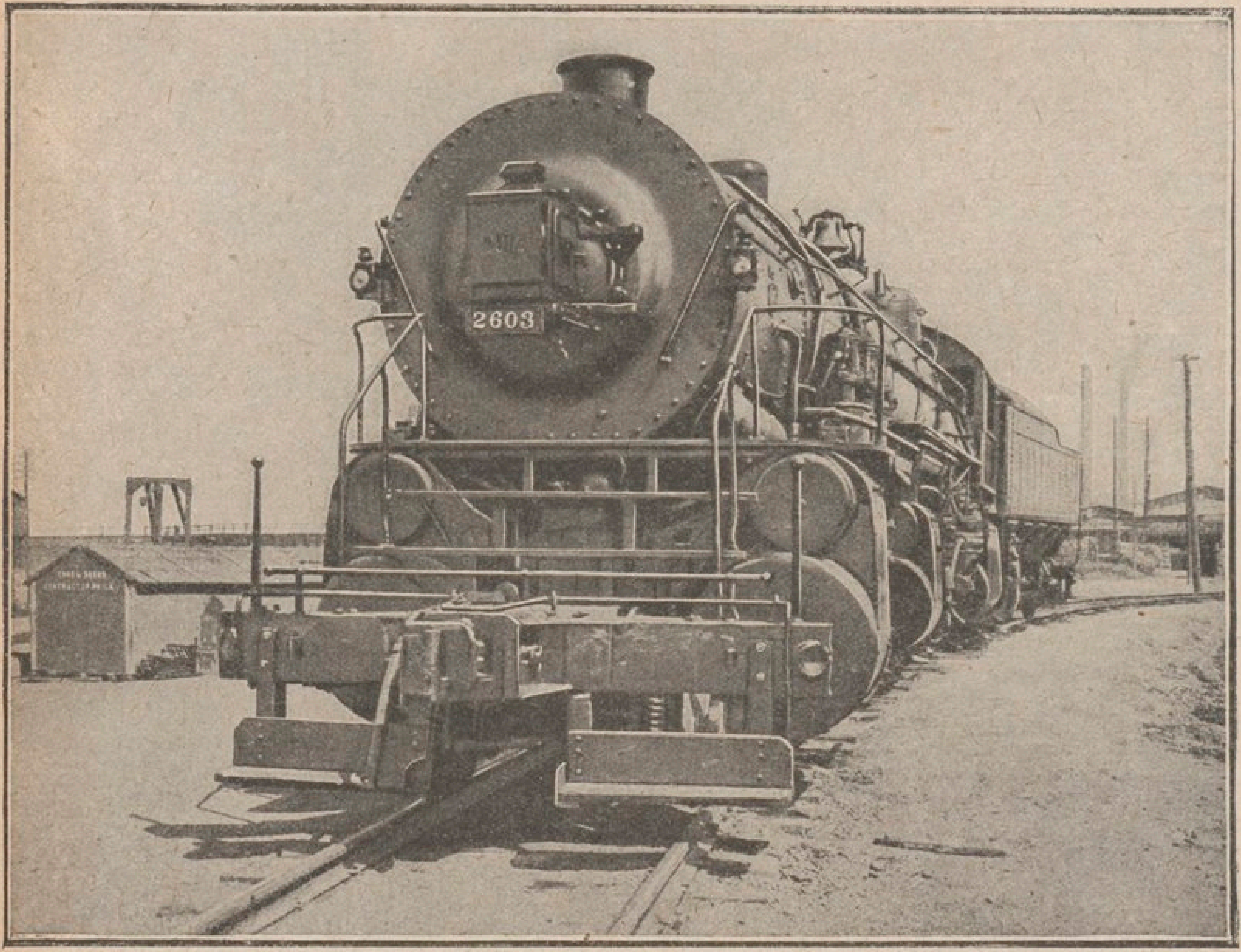
On emploie beaucoup actuellement, aux Etats-Unis, le système de locomotive à longerons articulés, inventé en Europe par M. Mallet. Les groupes moteurs comportent de quatre à dix roues accouplées. En général, on dispose à chaque extrémité de la machine une paire de roues porteuses calées aux extrémités d'un essieu pivotant autour d'un axe vertical. Si l'on considère une locomotive de ce genre à deux groupes de huit roues motrices avec deux paires de roues porteuses extrêmes, on peut reporter sur les seize roues motrices une moyenne de 65 % du poids total, y compris celui du tender séparé, monté sur deux boggies à quatre roues.



CETTE MACHINE EST CONSIDÉRÉE COMME LA PLUS PUISSANTE LOCOMOTIVE DU MONDE

C'est une locomotive Compound Mallet no 2.603 construite pour l'Erie R. R. (Etats-Unis) ; elle comporte 24 roues motrices réparties en 3 groupes de 8 roues actionnés chacun par une paire de cylindres. Le poids total atteint 387 tonnes dont 345 de poids adhérent supporté par les roues motrices. Les caisses du tender contiennent 16.000 kilos de combustible et 45.430 litres d'eau. La longueur totale est de 31 m. 517, mesurée en dehors des traverses extrêmes.

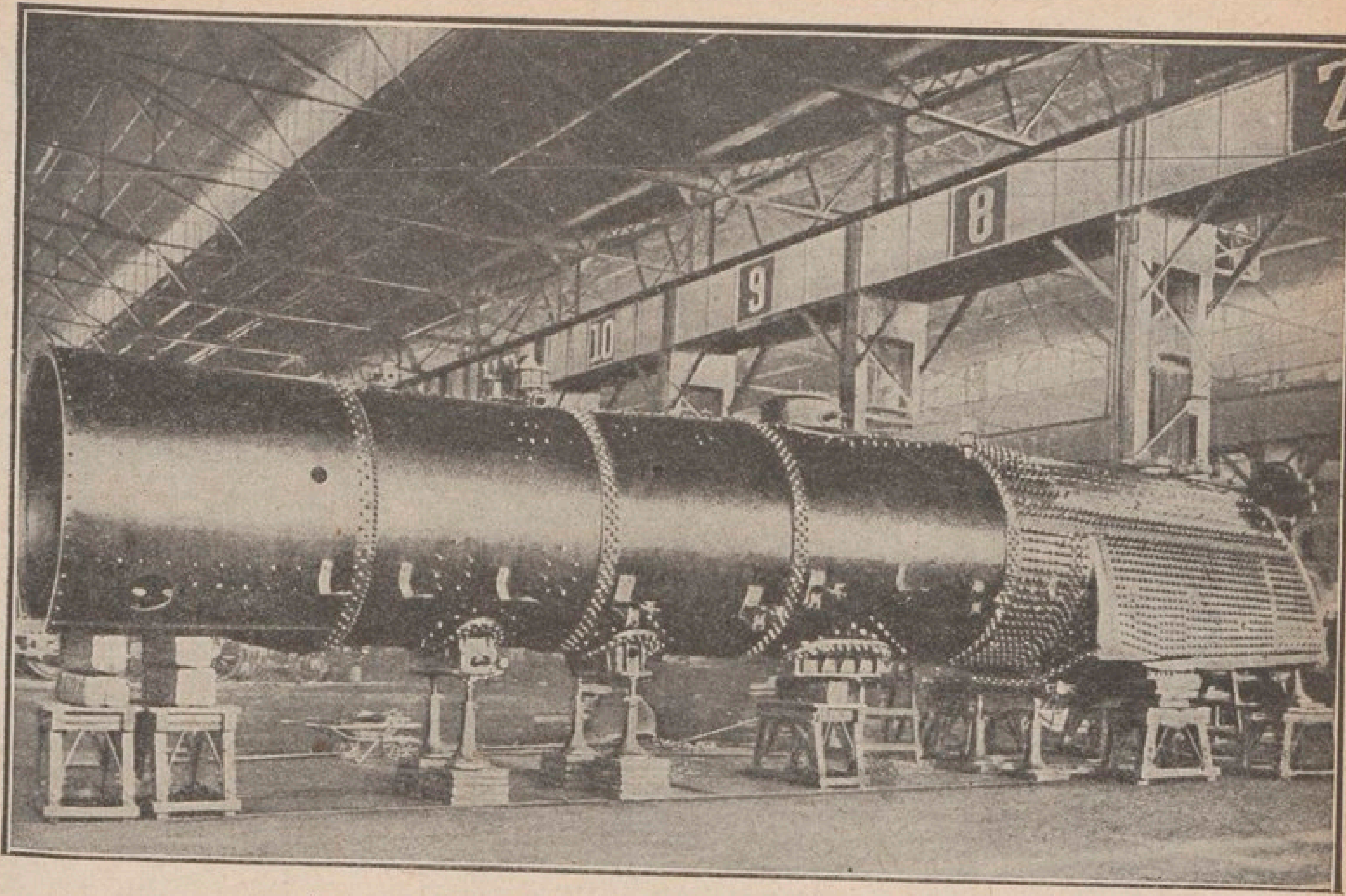
On a déjà songé, il y a longtemps, à placer un groupe de roues motrices sous le tender d'une locomotive pour faire participer à l'adhérence le poids de ce tender, y compris l'eau et le combustible qu'il contient. Dès 1863, cette solution fut appliquée par l'ingénieur Sturrock à des locomotives de la compagnie anglaise du Great Northern Railway. Sous le tender, se trouvait une paire de cylindres à haute pression directement alimentés de vapeur par la chaudière de la locomotive. On renonça promptement à ce système parce que l'entretien des roues motrices et des cylindres auxiliaires placés sous le tender occasionnait des frais supplémentaires très élevés, qui ne compensaient pas l'augmentation de puissance ainsi obtenue. M. G. R. Henderson, ingénieur-conseil de l'importante maison de construction de locomotives Baldwin, de Philadelphie, est revenu à cette ancienne solution du problème de l'adhérence, qu'il a appliquée à une locomotive articulée Mallet à seize roues motrices. du type réalisé pour le Virginian Railroad. Le nombre total des roues motrices de la nouvelle machine, construite en vue de la remorque des trains de marchandises sur les lignes de l'Erie Railroad, est donc de vingt-quatre, réparties en trois groupes moteurs de huit roues chacun, dont un placé sous le tender. On est ainsi parvenu à obtenir une locomotive susceptible de passer dans des courbes de faible rayon sans être obligé de munir certaines roues de bandages plats. A chaque extrémité, se trouve un essieu pivotant comme dans toutes les machines articulées Mallet. Le poids total de ce monstrueux engin de traction atteint 387.000 kilogrammes, dont 345.000, c'est-à-dire près de 90 % uniquement supportés par les roues motrices, concourent à l'adhérence.



VUE AVANT DE LA LOCOMOTIVE 2.603 STATIONNANT SUR UNE COURBE

On remarquera le grand diamètre de la chaudière (2 m. 388), dont l'axe est situé à 3 m. 225 au-dessus des rails. L'effort de traction développé par la machine varie de 60.000 à 72.500 kilos en pleine charge. Elle a pu remorquer un train de 250 wagons chargés, mesurant 2.686 mètres de longueur et pesant 18.000 tonnes, à la vitesse de 23 kilomètres à l'heure.

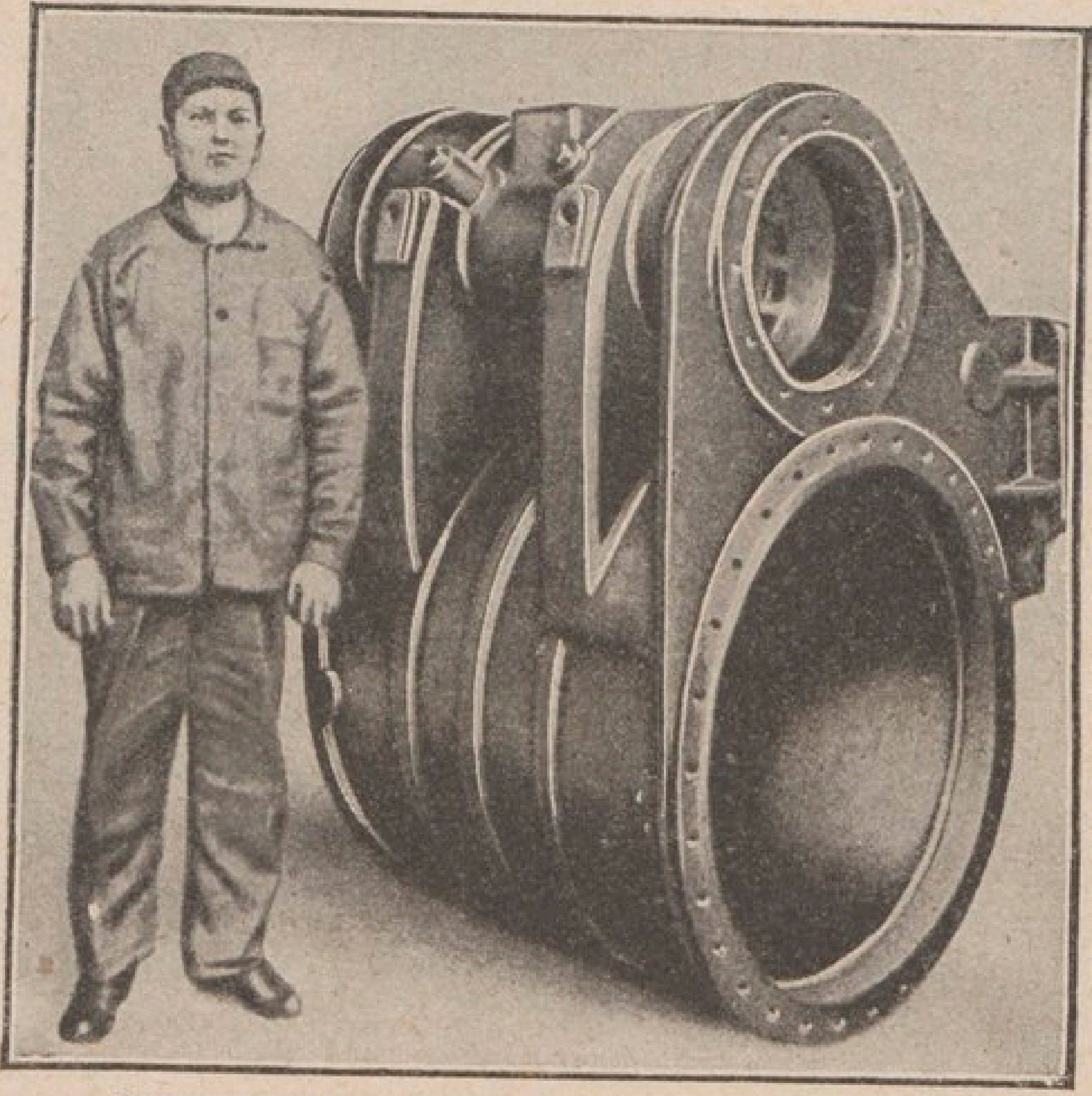
On a pu réussir à utiliser le tender pour la traction et l'adhérence grâce à un ingénieux artifice qui a permis d'éviter la complication



CHAUDIÈRE ET FOYER D'UNE LOCOMOTIVE A 24 ROUES MOTRICES
Cette chaudière, du type conique, a 2 m. 388 de diamètre à la base de la troisième virole. Le foyer mesure 4 m. 50 de longueur et le corps cylindrique 7 m. 80.

qu'entraînait l'emploi de tuyaux flexibles pour la circulation de la vapeur entre les cylindres à haute et à basse pression sur les locomotives articulées du type Mallet, de l'Atchison Topeka and Santa Fe Railroad.

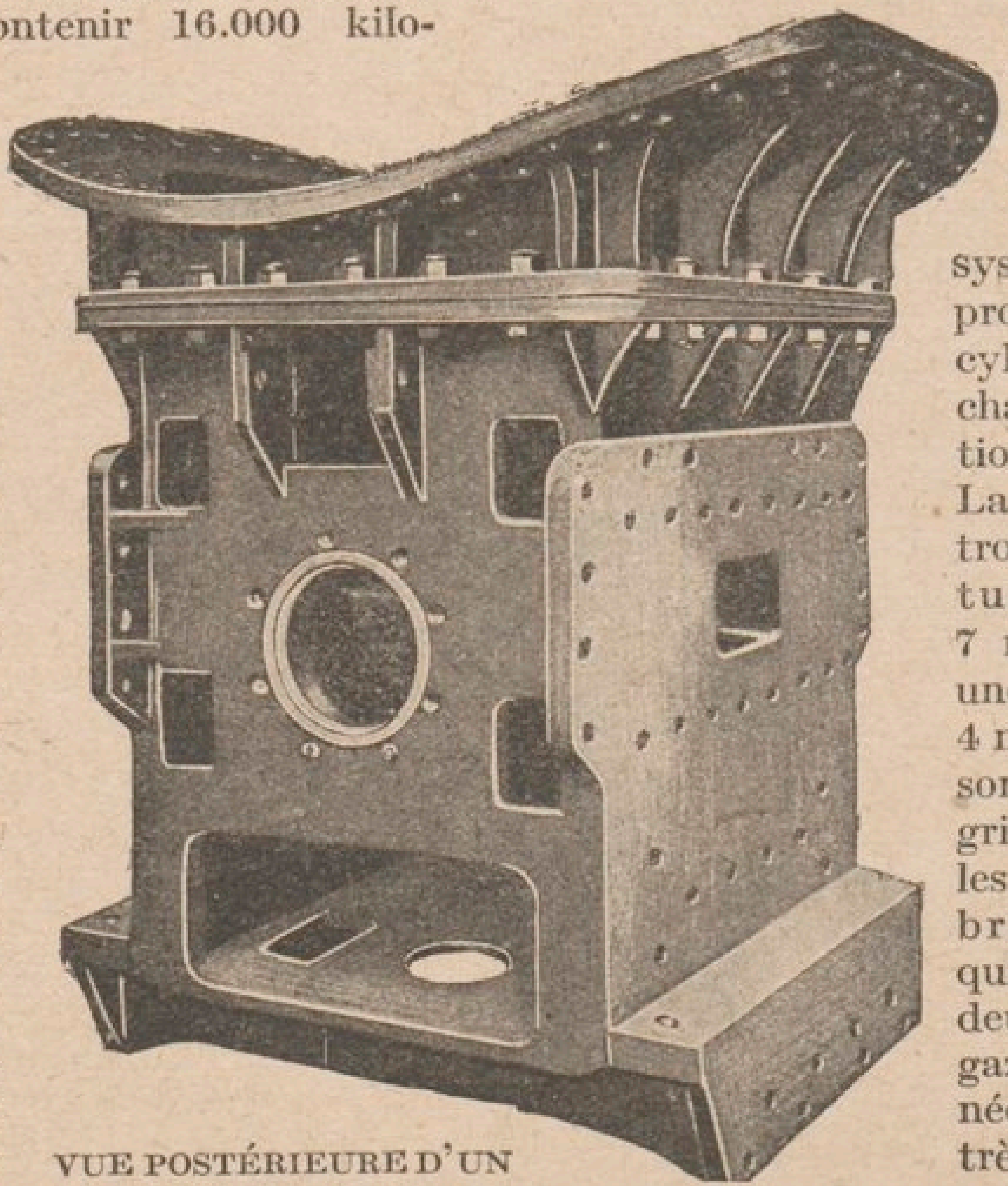
Les six cylindres de la machine dessinée par M. G. R. Henderson sont divisés en trois groupes de deux, attaquant chacun un essieu moteur et placés, l'un à l'avant, le second au milieu et le troisième à l'arrière. Tous les cylindres ont le même diamètre qui atteint 934 millimètres, mais le groupe central fonctionne seul à haute pression, tandis que les deux groupes extrêmes sont alimentés par sa vapeur d'échappement, suivant le mode d'utilisation de la vapeur bien connu sous le nom anglais de *compoundage*. Le cylindre de droite du groupe central échappe dans les cylindres avant et le cylindre de gauche alimente les cylindres placés à l'arrière, sous le tender. La vapeur sortant des cylindres avant s'échappe dans la cheminée, dont elle active le tirage,



UN DES SIX CYLINDRES DE LA LOCOMOTIVE
Cette pièce de fonte, qui représente un cylindre avec son tiroir cylindrique, a environ 1 m. 60 de hauteur et 950 mm. de largeur.

et la vapeur des cylindres arrière s'échappe dans l'atmosphère, après avoir traversé un tuyau plongé dans l'eau du réservoir d'alimentation, qui se trouve ainsi réchauffée.

Le tender peut contenir 16.000 kilogrammes de combustible et 45.430 litres d'eau, soit une charge supérieure à 61 tonnes, mais qui est variable. Lorsque les approvisionnements sont épuisés, l'adhérence additionnelle est ainsi réduite à celle qui résulte du poids propre du tender. Le groupe moteur arrière doit donc pouvoir développer une puissance variable proportionnée à l'adhérence à chaque instant, ce qu'on obtient au moyen de soupapes spéciales à travers lesquelles la vapeur passe en accomplissant des trajets divers. Même quand le tender est vide, l'adhérence du groupe des roues motrices arrière reste encore très suffisante pour que l'on puisse obtenir l'effort de traction maximum.



VUE POSTÉRIEURE D'UN SUPPORT DE CYLINDRE A HAUTE PRESSION

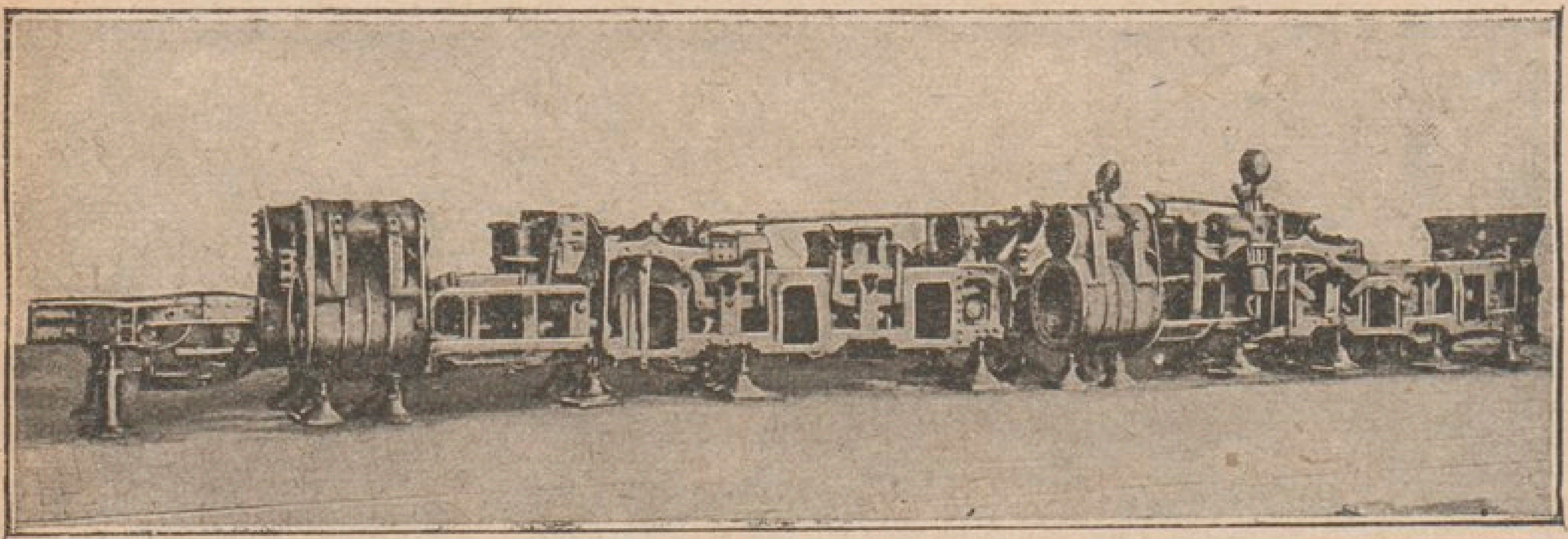
Les cylindres sont boulonnés de chaque côté du support au moyen des trous visibles à droite. Le corps cylindrique de la chaudière s'appuie sur la selle courbe qui surmonte le support. Cette pièce de fonderie se trouve par conséquent être soumise à une charge considérable.

La locomotive étant surtout utilisée comme machine de renfort pour trainer les trains sur les rampes, elle n'accomplit que de courts trajets, mais il doit y avoir cependant assez d'eau et de combustible dans le tender pour les marches à pleine puissance.

La chaudière a une forme conique et son diamètre maximum, à la troisième virole qui supporte le dôme de prise de vapeur, atteint 2 m. 60. Le foyer, système Gaines, est prolongé sous le corps cylindrique par une chambre de combustion longue de 1 m. 370. La chaudière renferme trois cent vingt-six tubes à fumée de 7 m. 320. Le foyer a une longueur totale de 4 m. 30, dont 3 m. 05 sont occupés par les grilles devant lesquelles s'élève un mur de briques transversal, qui divise le foyer en deux sections où les gaz ont tout l'espace nécessaire pour brûler très complètement.

Entre le fond de la chambre de combustion et la plaque arrière du foyer sont disposés six tubes d'eau qui supportent une voûte en briques.

Quand elle fonctionne à pleine puissance, cette locomotive brûle trop de charbon pour que le foyer puisse être chargé à la pelle par un chauffeur. Elle est donc munie d'un chargeur



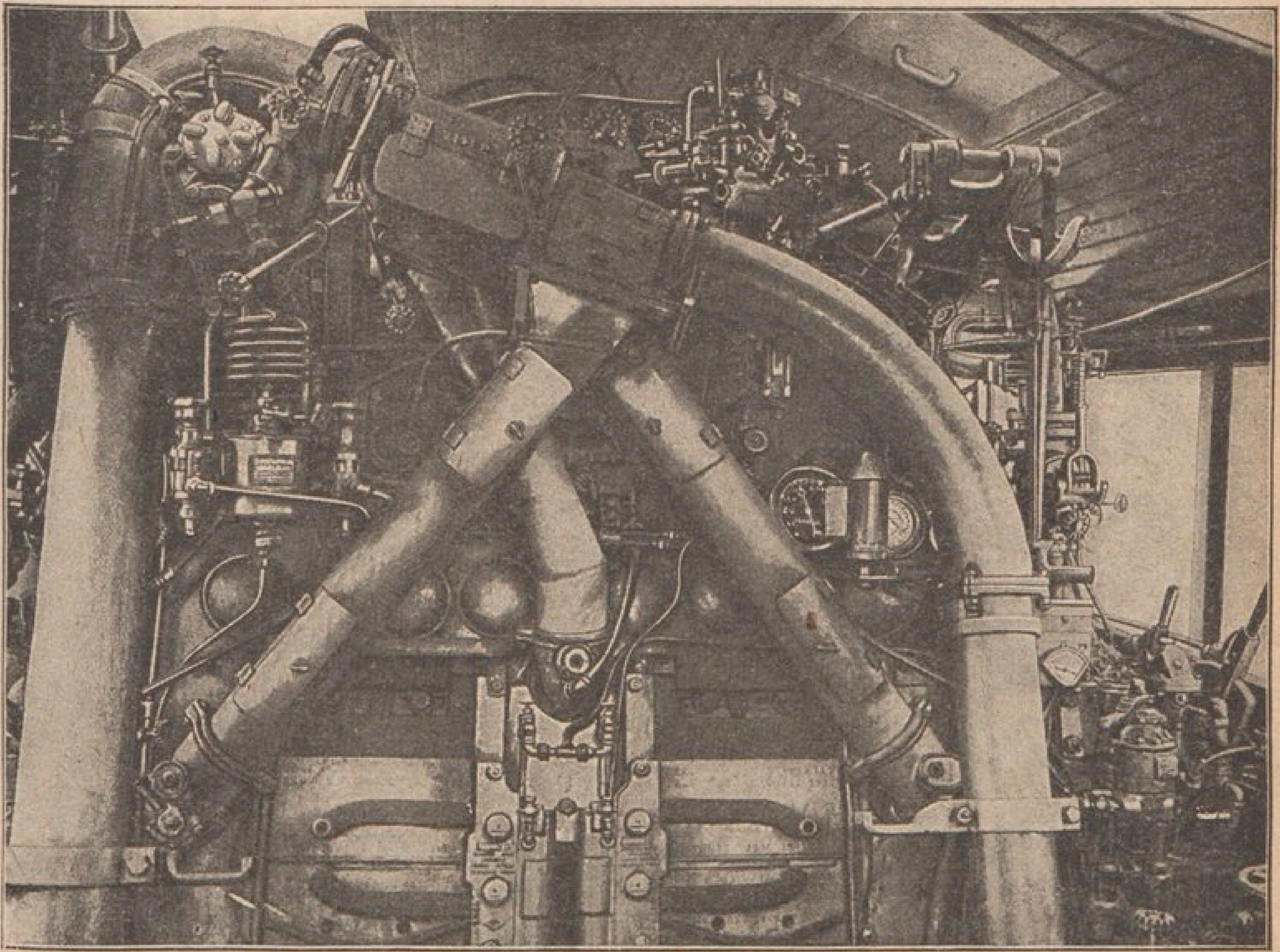
CYLINDRES AVANT ET MILIEU MONTÉS SUR LEUR LONGERONS RESPECTIFS

Ces cylindres, de dimensions tout à fait exceptionnelles, ont, comme on sait, 934 millimètres de diamètre. Ils sont surmontés de tiroirs cylindriques de 426 millimètres de diamètre. A gauche des cylindres avant, on voit le support à rotule qui s'appuie sur l'axe vertical de l'essieu porteur.

mécanique Street, qui transporte le combustible du tender au foyer sans intervention aucune du chauffeur. (Voir *La Science et la Vie*, n° 31, pages 243 à 247.)

Les viroles de tôle qui forment la chaudière sont assemblées par trois rangs de rivets dans le sens transversal et par six rangs de rivets dans le sens longitudinal. La vapeur sortant d'un surchauffeur Schmidt est distribuée aux cylindres à haute pression par des tiroirs cylindriques semblables à ceux des cylindres à basse pression, sauf la largeur des lumières, qui est différente dans les deux cas. Les trois groupes moteurs sont munis chacun d'un ingénieux mécanisme de changement de marche, système Ragonnet.

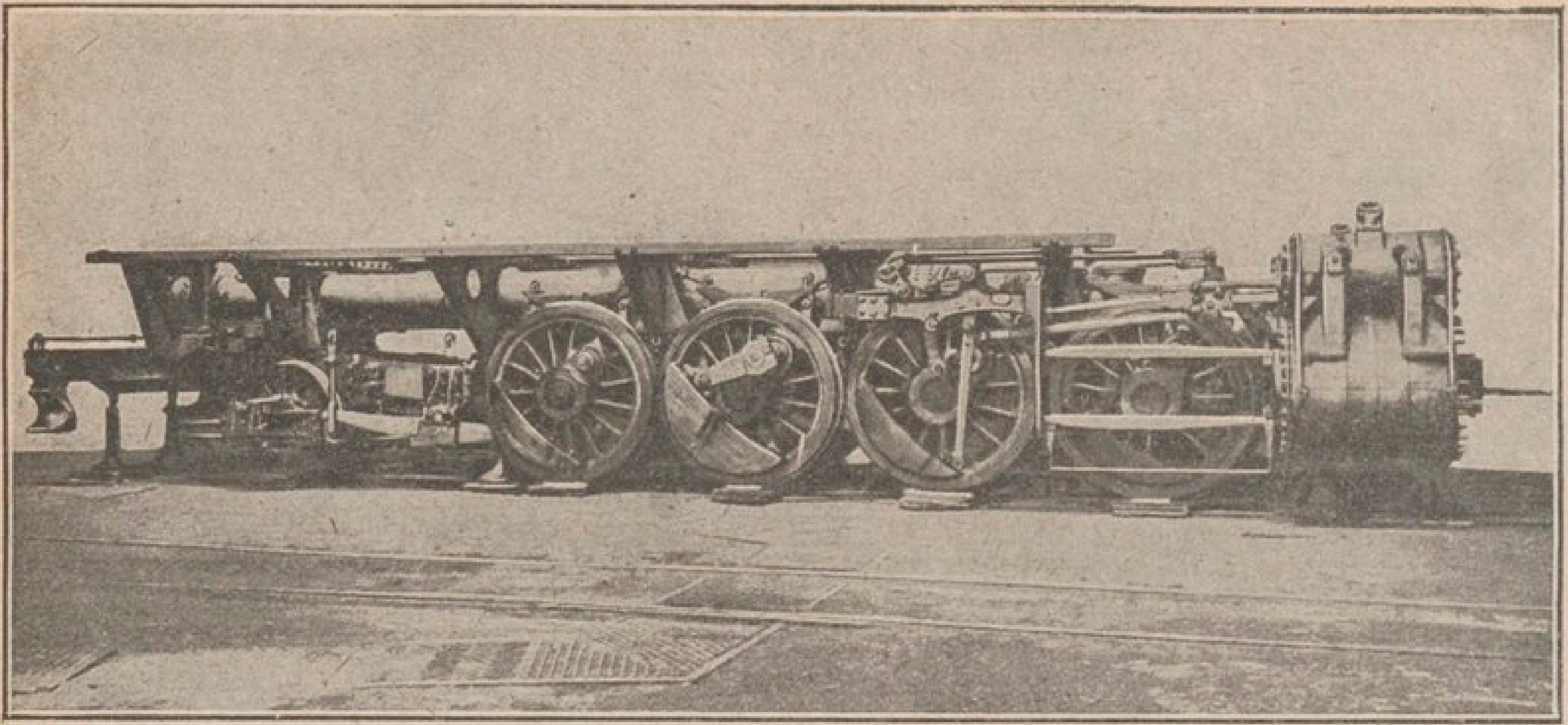
Les cylindres et leurs tiroirs forment des pièces uniques très lourdes, supportées par des selles spéciales en fonte dont la forme varie suivant qu'il s'agit d'un cylindre antérieur, médian ou postérieur. La figure page 326 représente la selle de support médiane sur laquelle sont boulonnés les deux cylindres à haute pression. On remarque, à droite, la seule des deux surfaces d'appui qui soit visible sur la figure précitée, avec les trous servant au passage des boulons d'attache. La partie supérieure de la même selle supporte une virole du corps cylindrique. A l'intérieur de cette selle d'appui sont ménagées des canalisations de vapeur auxquelles aboutissent les tuyaux qui conduisent la vapeur d'échappement de chacun des cylindres à haute pression placés, comme l'on sait, au milieu de la machine, vers des réservoirs servant à l'alimentation des groupes de cylindres à basse pression avant et arrière.



LA PARTIE POSTÉRIEURE DE LA LOCOMOTIVE, SURMONTÉE DE SON ABRI

Cette machine brûlant trop de charbon pour que le foyer puisse être alimenté par un seul chauffeur, ledit foyer est muni d'un chargeur mécanique système Street, dont nous avons donné une description détaillée, avec figure à l'appui, dans un précédent numéro de ce magazine.

Le tender se compose d'un réservoir en tôle d'acier ayant environ 10 mètres de long sur 3 mètres de large et pouvant contenir 45.000 litres d'eau. Il existe un emplacement suffisant pour emmagasiner 16.000 kilos de combustible et pour loger les organes du chargeur mécanique. L'eau d'alimentation est réchauffée par la vapeur d'échappement du groupe postérieur des cylindres à basse



VUE DU GROUPE DE HUIT ROUES MOTRICES PLACÉES SOUS LE TENDER

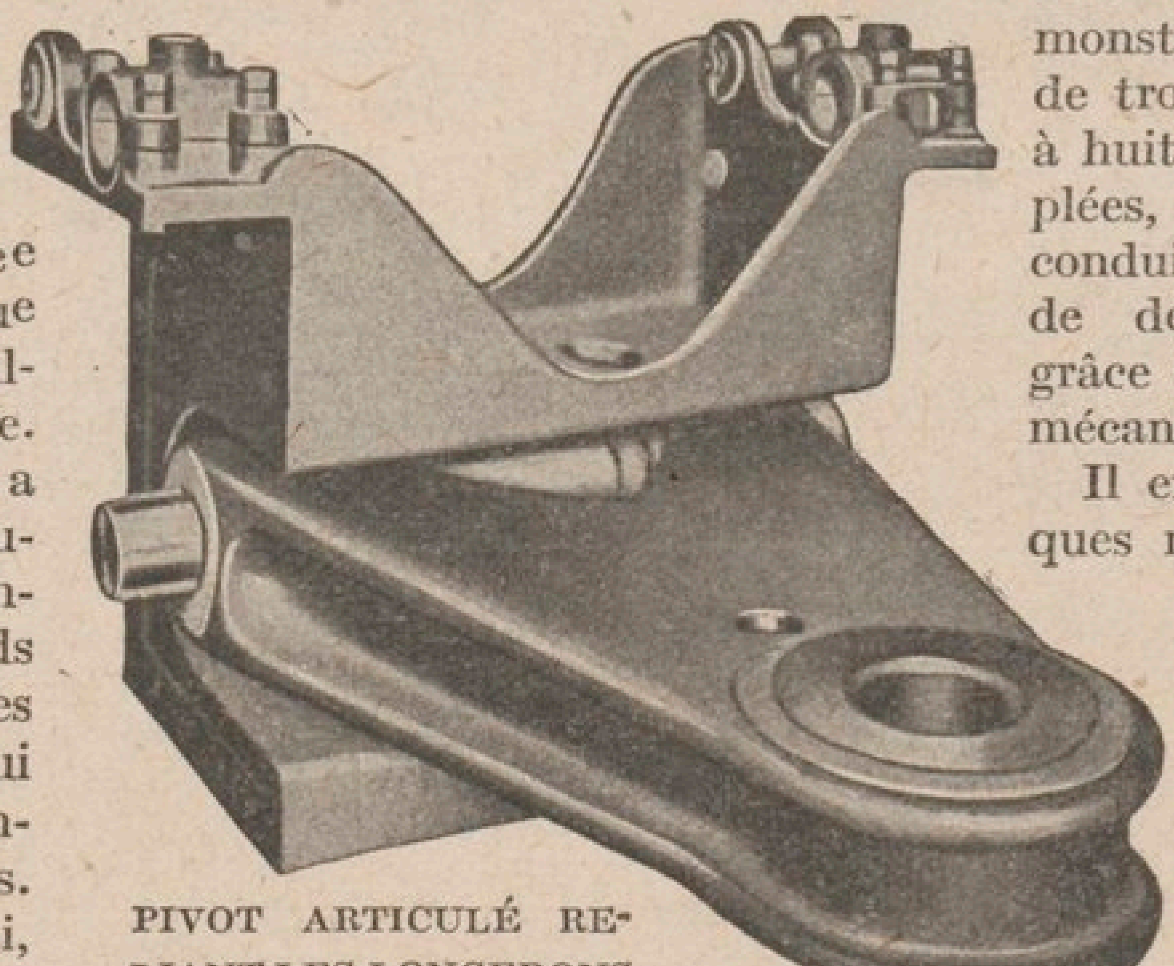
Ces roues, de 1 m. 60 de diamètre, sont munies de contrepoids destinés à contrebalancer l'influence du déplacement des pièces à mouvement alternatif. A droite, on voit un cylindre à basse pression.

pression. Cette eau, réchauffée, est réintroduite dans la chaudière au moyen de deux pompes à vapeur distinctes placées sous le contrôle direct du mécanicien.

Deux réservoirs contiennent du sable fin, séché par de la vapeur vive ou d'échappement, que l'on répand à l'avant et à l'arrière de le machine pour faciliter le démarraga quand la surface des rails est rendue grasse par le brouillard ou par l'huile.

Cette locomotive a été spécialement étudiée pour faire franchir aux trains lourds de marchandises les sections de lignes qui présentent des rampes exceptionnelles.

Au cours d'un essai, la nouvelle machine a pu remorquer un train formé de deux cent cinquante wagons chargés, entre deux gares éloignées de 50 kilomètres. Ce train mesurait plus de 2.500 mètres de longueur, et représentait un poids d'environ 18.000 tonnes, non compris celui de la machine, qui atteint 387.000 kilos en pleine charge. On a pu réaliser ainsi une vitesse d'environ 23 kilomètres à l'heure et l'on a enregistré sur la barre d'attelage un effort de traction supérieur à 52.000 kilos.



PIVOT ARTICULÉ RELIANT LES LONGERONS DES TRAINS DE ROUES AVANT ET MILIEU

On ne peut faire démarrer de pareils trains qu'en les faisant pousser à l'arrière par des locomotives de renfort afin d'éviter la rupture des attelages lors de la mise en marche.

Au point de vue de l'économie, on peut dire que cette locomotive monstre accomplit le travail de trois machines ordinaires à huit roues motrices accouplées, bien qu'elle ne soit conduite que par une équipe de deux hommes, et cela grâce à l'emploi du chargeur mécanique de combustible.

Il existe en France quelques machines à marchandises construites suivant le principe de celles que nous venons de décrire. La Compagnie de l'Est et l'Administration du chemin de fer de la Grande Ceinture de Paris possèdent, en effet, quelques locomotives à douze roues accouplées, comportant deux trains de six roues articulées suivant le principe Mallet. Ce sont là des exceptions et les ingénieurs français semblent plutôt enclins à demander aux locomotives électriques la solution du problème de la remorque des trains de marchandises sur les lignes à profil accidenté.

JEAN DESTRUELS.

LE BOIS CONTRE-PLAQUÉ POUR L'AVIATION ET LA MARINE

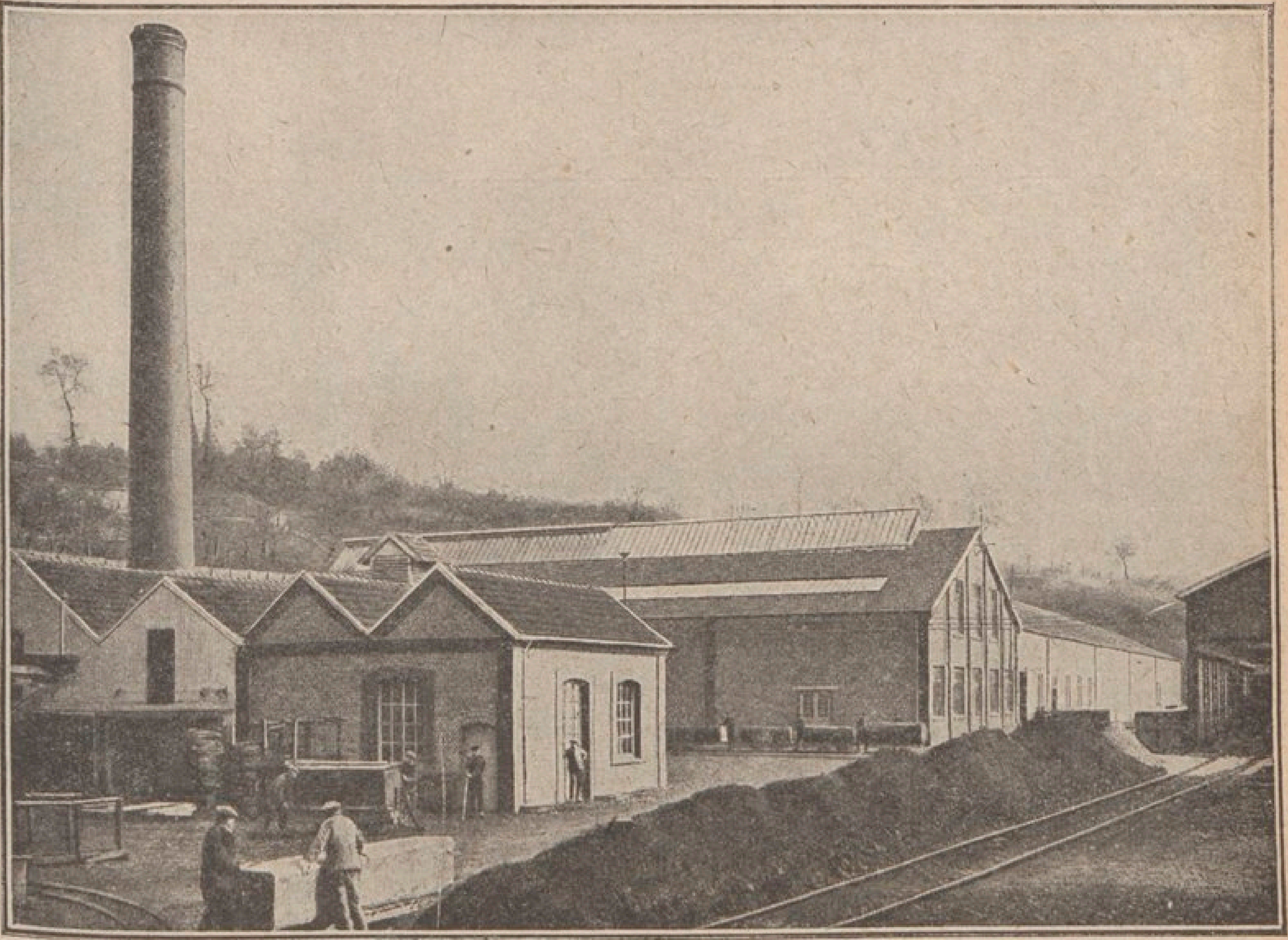
Par Henry PERRINAUD

L'INDUSTRIE du placage et du contre-placage, qui a pris, depuis la guerre, une formidable extension, a pour objet de dérouler ou, plus exactement, de débiter du bois, spécialement choisi, en feuilles très minces destinées à revêtir extérieurement des objets métalliques ou de menuiserie. Anciennement, le bois contre-plaqué était presque uniquement employé dans la menuiserie ordinaire, mais aujourd'hui, et surtout à l'heure présente, on peut bien affirmer que les trois quarts du bois plaqué fabriqué en France sont utilisés par l'aviation et la marine. Disons d'abord quelques mots sur les applications du placage et du contre-placage dans la menuiserie ordinaire. Les meubles exécutés en bois massif, corroyés et assemblés, peuvent se terminer par le polissage. Mais, s'ils sont exécutés avec des bois qui, soit à cause de leur nature, soit en raison de leur rareté ou encore de leur prix trop élevé, ne peuvent s'employer massifs, l'opération du placage intervient toujours avant le polissage.

Antérieurement aux applications modernes, ces enjolivements étaient exclusivement réservés à l'ameublement et on peut donner les définitions suivantes des deux opérations que nous venons de citer :

« Le placage consiste à appliquer sur les « pièces assemblées, qui constituent le bâti « du meuble, une décoration en feuilles de « bois différents plus riches de coloration.

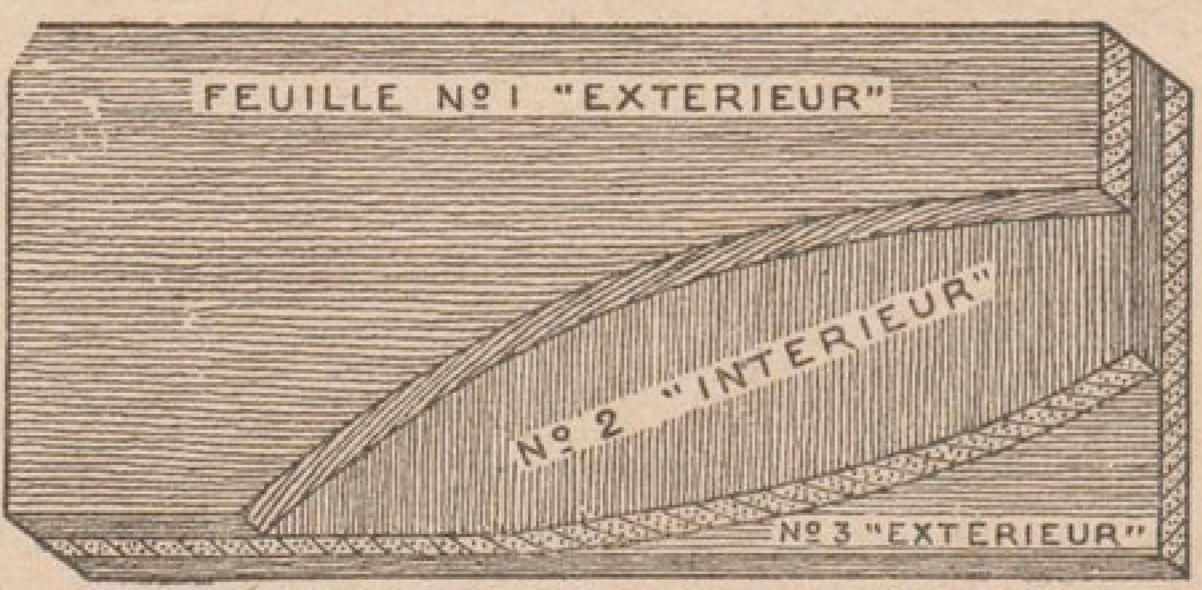
« Les bois formant de grandes surfaces « recouvertes de placage sont préalablement « contre-plaqués. Nous allons dire pourquoi :



VUE GÉNÉRALE D'UNE USINE IMPORTANTE FRANÇAISE DE BOIS CONTRE-PLAQUÉS

« Le contre-plaquage a pour but de neu-
« traliser le jeu du bois, en appliquant sur les « deux surfaces opposées du panneau des « feuilles d'une épaisseur de 3 à 4 millimè- « tres, disposées « le fil perpen- « diculairement « au fil de l'épais- « seur centrale. »

Sur les panneaux ainsi préparés, en trois épaisseurs, à fils opposés dans leurs effets de retrait, s'applique, de chaque côté, le placage, qui décore le meuble extérieurement et assez fréquemment intérieurement.



PANNEAU CONTRE-PLAQUÉ EN « TROIS PLIS »

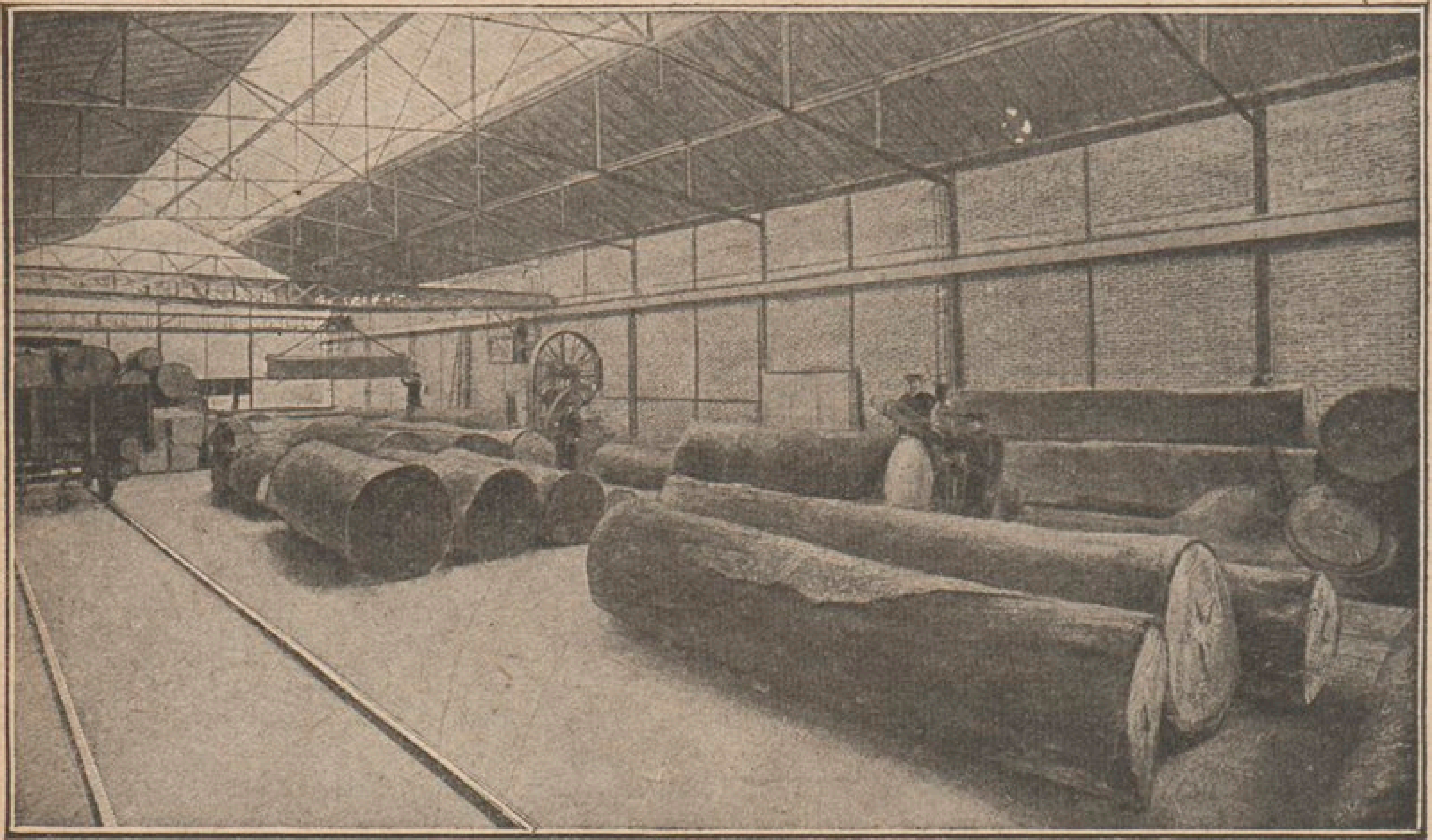
On donne aux veines et aux placages des dispositions décoratives variées, dont les plus courantes prennent le nom de frisages.

Autrement dit, les pièces de bois, qui sont nécessaires pour construire des objets variés et qui en constituent les bâtis, sont en bois de construction, généralement en chêne pour les parties qui fatiguent, en peuplier pour les autres. Comme nous l'avons dit, les surfaces de ces bois sont recouvertes de placages d'un bois différent, d'une essence plus rare.

Le placage des meubles, sur lequel je ne veux pas insister, consiste en une feuille très mince tranchée au moyen d'une machine spéciale dont nous parlerons plus loin. Les grandes parties que couvrent les placages, sont au préalable contre-plaquées pour éviter le jeu du bois, qui est inévitable dans de larges panneaux massifs. Le contre-placage normal consiste dans le fait de plaquer de chaque côté de la pièce de bois dont il s'agit une épaisseur de 3 à 4 millimètres. Disposées de telle sorte que le fil de ces épaisseurs soit perpendiculaire au fil de la partie centrale, le bois ne se retirant jamais dans le sens de la longueur des fibres, ces applications à fil opposé dans leur effet de retrait, empêchent le panneau ainsi préparé de jouer comme le ferait inévitablement ce même panneau, restant en bois massif. (Fig. ci-dessus).

Il n'est pas superflu de répéter que tout le bois contre-plaqué actuellement fabriqué, ainsi que le bois de placage, sont utilisés par l'administration militaire pour construire des hélices d'aéroplanes, des flotteurs d'hydravions, des caisses de munitions, des revêtements intérieurs de sous-marins et des accessoires divers de la défense nationale.

Avant de faire une description des métho-

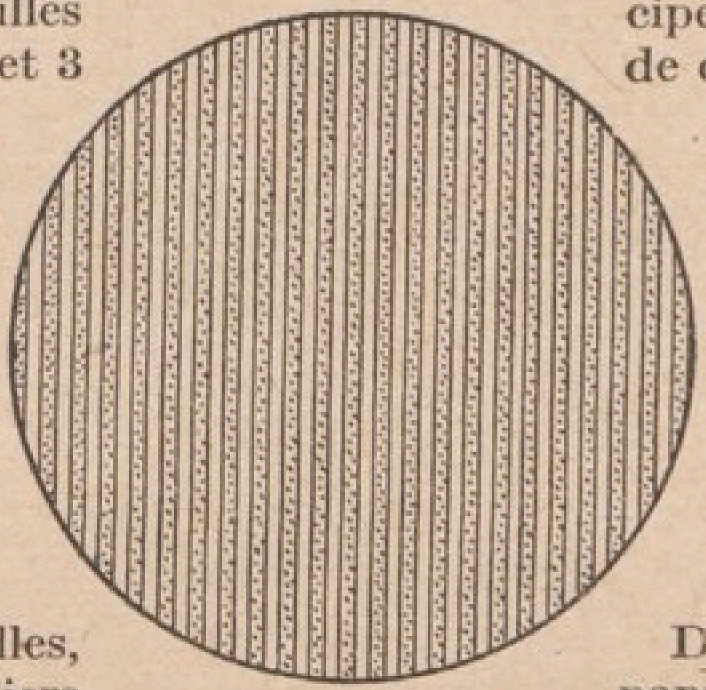


ATELIER DE PRÉPARATION, TRONÇONNAGE ET ÉTUVAGE DES BOIS EN GRUMES

des modernes de fabrication des bois contre-plaqués, nous allons donner rapidement quelques renseignements d'ordre technique sur la constitution spéciale de ces bois.

En général, tels qu'ils sont fabriqués actuellement, les bois contre-plaqués se composent de trois feuilles de bois collées : les feuilles 1 et 3 (sens fil du bois) du croquis de la page précédente s'appellent « extérieurs » et la feuille 2 (contre-fil) « intérieur ». On dit alors que le panneau est en trois plis.

Les panneaux contre-plaqués se font également, suivant le même principe, en cinq plis et plus. On peut même faire des blocs multifeuilles, suivant les services particuliers que le bois est appelé à rendre.



SECTION D'UN TRONC DÉBITÉ PAR SCIAGE

Les dimensions des panneaux dépendent des largeurs admises :

1° Par l'outil qui tranche ou déroule mécaniquement le bois ;

2° Par les séchoirs qui sèchent le bois ;

3° Par les machines encolleuses ;

4° Par les presses.

Pratiquement, la mesure de 3 mètres (sens fil du bois) sur 1 m. 50 (contre-fil) n'est généralement pas dépassée. Certaines usines peuvent, par exemple, en cas de commandes exceptionnelles, faire des panneaux de 1 m. 60 (sens fil du bois) sur 4 m. 50 (contre-fil).

En ce qui concerne l'épaisseur des panneaux, on peut dire que, en principe, on ne descend pas au-dessous de douze dixièmes de millimètres pour les trois feuilles, techniquement (trois plis).

On peut, évidemment, aller jusqu'à 25 millimètres et même davantage, mais, pratiquement, l'épaisseur de 25 millimètres pour trois plis ou plus ne semble pas, jusqu'à ce jour, avoir été jamais dépassée.

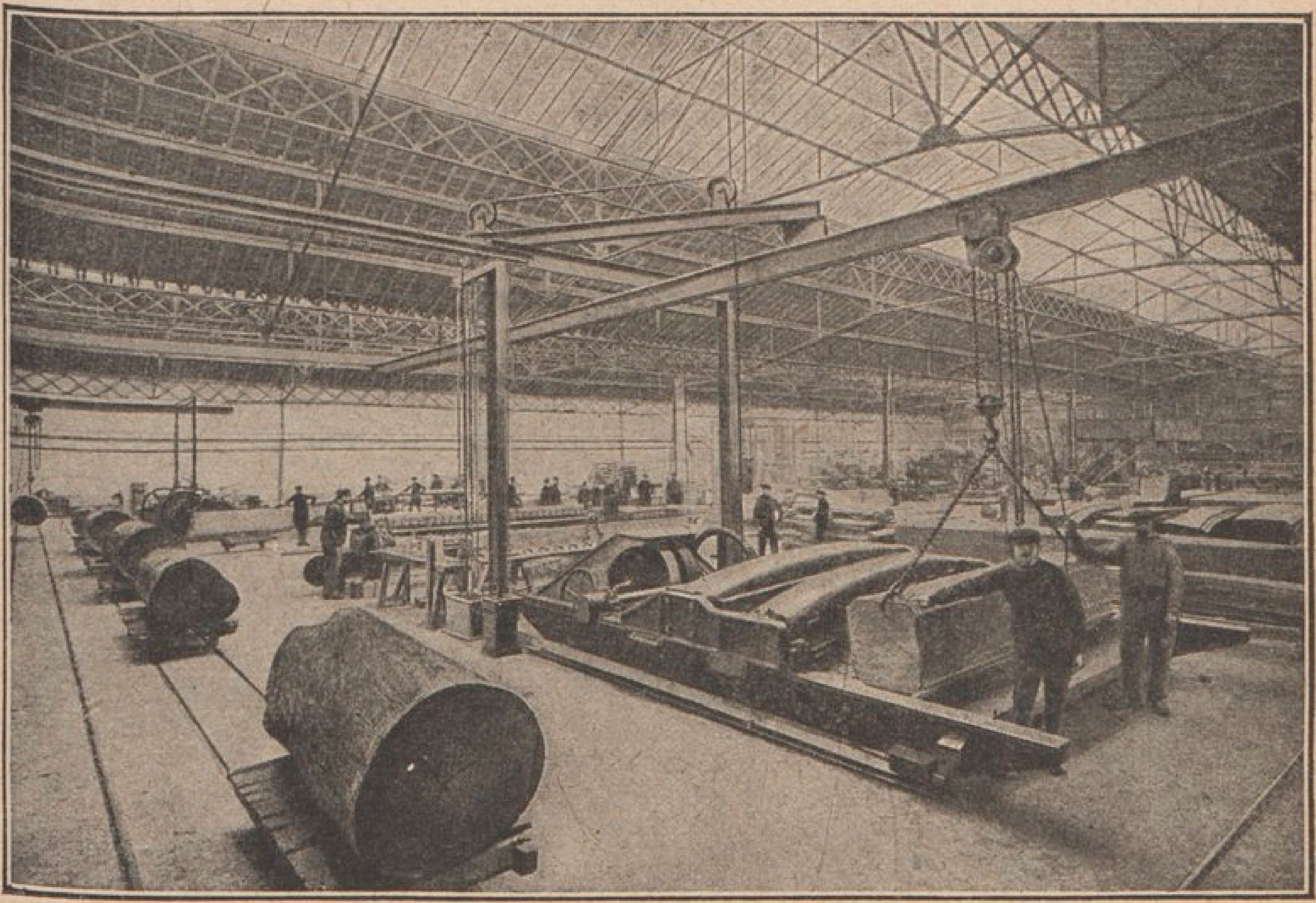
D'une manière générale, les panneaux contre-plaqués se font surtout en essences tendres :

Bois d'Europe : bouleau, aulne, peuplier (toutes les espèces), tilleul.

Bois de l'Afrique équatoriale française : okoumé (spécialité française), acajou tendre, le plus tendre possible.

Amérique : le bois de tulipier.

Quelquefois, les panneaux sont faits en bois durs ou demi-durs, tels que le hêtre et le platane, rarement en orme ou en chêne, châ-

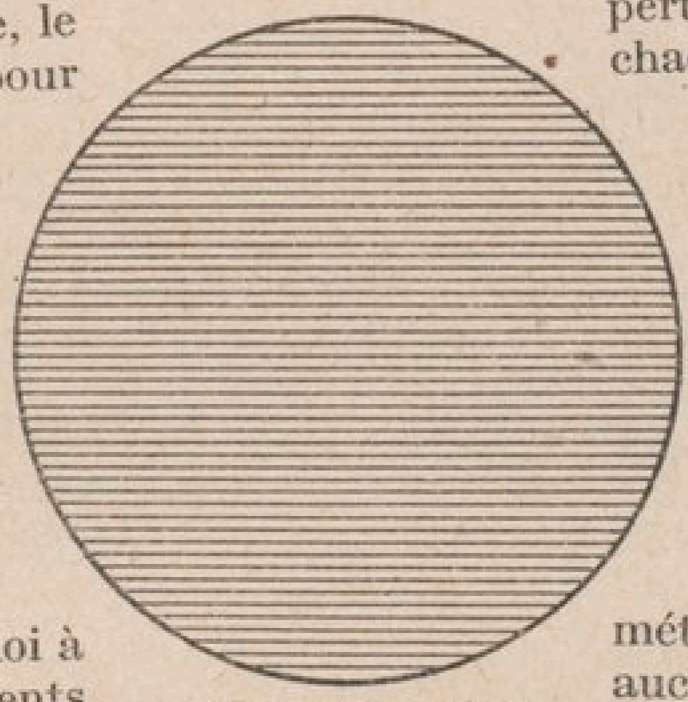


ATELIER DE DÉROULAGE, DE TRANCHAGE ET DE FABRICATION DES PANNEAUX

taignier et noyer, et jamais en résineux tels que sapin, pin, épicea, et diverses autres espèces.

De toutes les essences employées, le bouleau produit le meilleur contre-placage, mais la petitesse de ces bois et la difficulté de trouver en France des grumes convenables au contre-placage, le font nécessairement délaisser pour cette fabrication spéciale.

L'okoumé donne un panneau très solide, rose et soyeux, qui devient de plus en plus recherché ; l'aviation en fait une très grande consommation. Malheureusement, le manque de fret entre le Gabon, où il croît exclusivement, et la France, réduit actuellement son em loi à peu de chose. Les peuplements immenses des arbres de cette essence, dont la hauteur de fût, sans rameaux, atteint de 25 à 35 mètres, dont le tronc a de 1 mètre à 1 m. 50 de diamètre, présentent une précieuse ressource forestière en bois tendre et presque inépuisable pour la France.



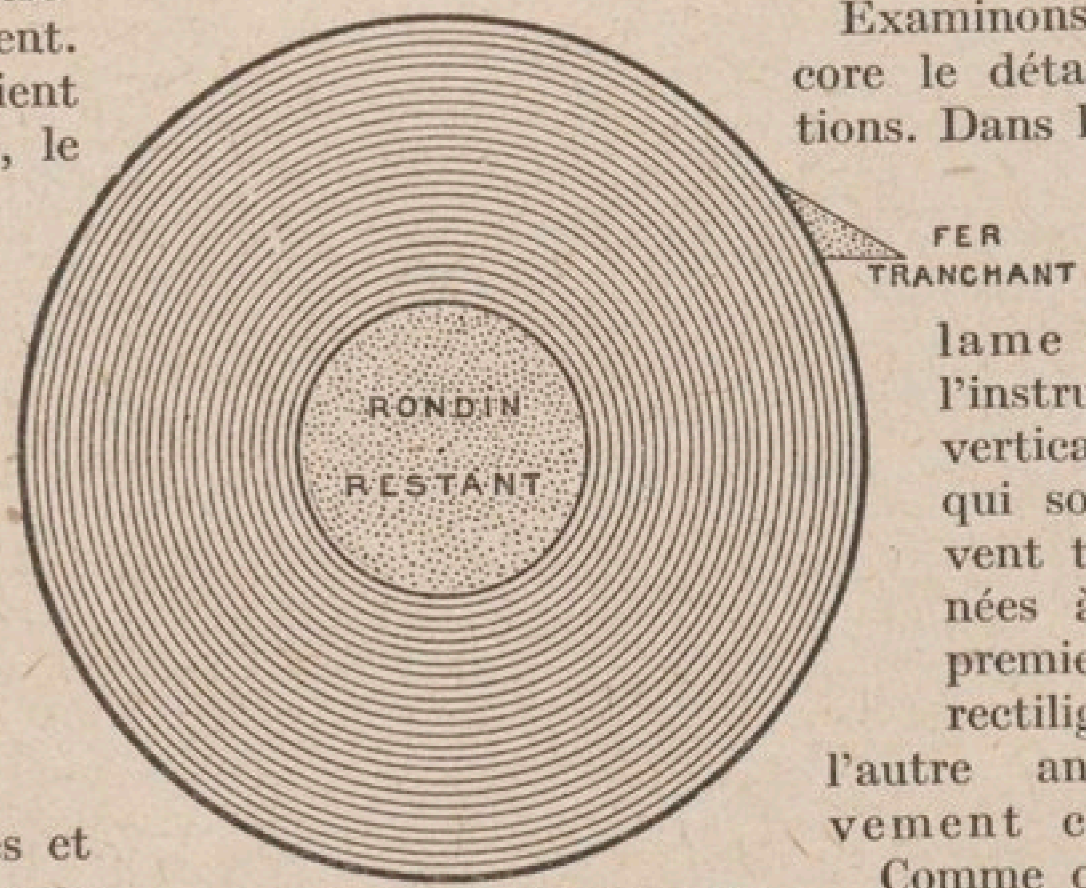
SECTION D'UN TRONC DÉBITÉ PAR TRANCHAGE

Viennent ensuite, dans l'ordre : l'aulne, le tilleul, le tulipier, le peuplier et l'acajou tendre, sans qu'il y ait du reste grande différence entre ces diverses essences, qui se contre-plaquent également très bien.

Quant aux bois durs et demi-durs, le platane vient en tête, suivi par le hêtre. On sait que ces bois se contre-plaquent assez malaisément.

Le contre-placage devient très difficile avec l'orme, le chêne, le châtaignier et le noyer, ce dernier surtout, eu égard à la nature du bois, qui présente une substance grasse, formant en quelque sorte isolant entre la colle et le bois.

Dans la fabrication, il ne faut utiliser, bien entendu, que des grumes de toute première qualité, bien cylindriques et sans nœuds : c'est la première condition, la condition essentielle pour obtenir du très bon contre-placage.



DÉBIT D'UN TRONC D'ARBRE PAR DÉROULAGE

Sectionnés à une tronçonneuse, les troncs d'arbres subissent diverses préparations spéciales — *notamment l'étuvage* — avant d'être débités en feuilles qui serviront à faire les panneaux. L'étuvage est d'une durée variable, suivant la qualité du bois employé.

Le débit des feuilles peut se pratiquer :

1° Par sciage (va et vient de la scie, ou sciage continu par ruban) ; deux inconvénients à signaler dans ce procédé : perte assez sensible de bois à chaque trait de scie et insuffisance de largeur des feuilles ;

2° Par tranchage (l'outil tranchant se déplace par un mouvement de va et vient) ; deux inconvénients également : insuffisance de largeur des feuilles et faible rendement de la trancheuse. Par contre, les dessins du bois sont absolument symétriques et on ne doit craindre aucune perte de matière première ;

3° Par déroulage (l'outil tranchant est mobile ou fixe, suivant le système de la dérouleuse). Pas de perte de bois, le dessin est continu. On peut dérouler la largeur admise par les dérouleuses (généralement 3 m. 25 de large, sens du fil du bois). Quant à la longueur (contre-fil) elle est ce que l'on désire obtenir. On comprend très bien qu'une grume ainsi déroulée est susceptible de fournir une feuille qui, suivant le diamètre de la grume et l'épaisseur déroulée, peut atteindre, sur 3 m. 25 de large (sens du fil du bois), plusieurs kilomètres de longueur (contre-fil).

Examinons rapidement encore le détail de ces opérations. Dans le sciage, la bille de bois est maintenue immobile et la lame tranchante de l'instrument va et vient verticalement. Les scies qui sont utilisées peuvent toutes être ramenées à deux types : le premier à mouvement rectiligne alternatif, l'autre animé d'un mouvement circulaire.

Comme on l'imagine aisément, les troncs d'arbres sont, au préalable, coupés aux dimensions voulues au moyen d'une tronçonneuse électrique, que l'on peut déplacer en un point quelconque du chantier. Avec une tronçonneuse moderne, on peut scier en quelques minutes

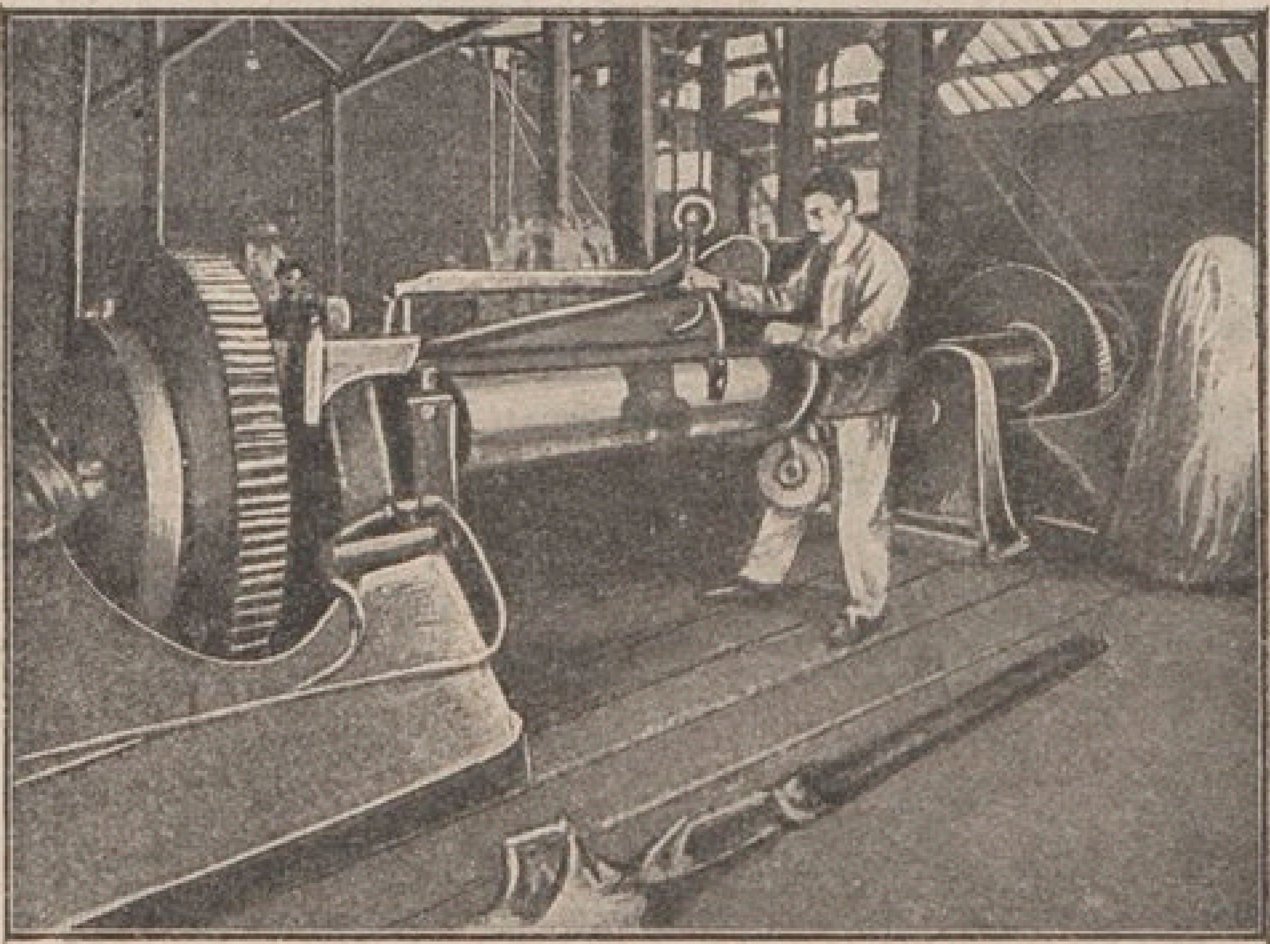
un arbre de plus d'un mètre de diamètre et mettre très rapidement une bille à la longueur désirée. Ensuite, au moyen de scies à rubans à grumes, on débite les arbres en plateaux après équarrissage. Ces scies à rubans sont constituées par un bâti qui supporte deux volants sur lesquels passe la lame et d'un chariot servant d'appui aux billes de bois qu'on y amène à l'aide de ponts roulants. Comme nous l'avons dit plus haut, par le procédé du sciage « on perd en sciure le passage de la lame » et, de plus, les dessins du bois ne sont pas rigoureusement symétriques.

Dans la méthode du tranchage, on réduit le bloc en feuilles plus ou moins minces et on utilise mieux ainsi la matière ligneuse en supprimant le déchet trop important occasionné par le sciage. En effet, par le premier procédé, la perte en bois atteint facilement jusqu'à 80 % dans les placages.

Une trancheuse perfectionnée se compose d'un bâti rectangulaire dont deux côtés servent de glissières au chariot, qui porte les lames à trancher le bois. Un plateau de fonte, sur lequel on place les billes, se trouve à l'intérieur du bâti ; ce plateau de fonte supporte les billes de bois par le moyen de quatre vis. L'épaisseur des feuilles de placage varie, suivant les combinaisons de pignons disposés à cet effet. Le chariot qui porte la lame tranchante est animé d'un mouvement de va et vient horizontal. Quand le chariot avance, le couteau tranche la feuille de placage et, à son retour, le plateau, qui supporte la bille de bois, monte de la hauteur voulue pour que la feuille suivante ait exactement l'épaisseur que l'on désire obtenir.

Comme nous l'avons indiqué, ce procédé est encore imparfait, car la trancheuse a un débit insuffisant. Aussi emploie-t-on de préférence aujourd'hui le procédé du déroulage, qui présente tous les avantages que l'on ne rencontre pas dans les deux autres méthodes. Ce procédé est moderne et il a donné lieu à la création de curieuses machines.

Une dérouleuse offre l'aspect d'un gros tour automatique, la bille de bois étant fixée par les deux extrémités de sa ligne axiale, sur deux poupées. Au cours de sa rotation, la bille de bois rencontre l'arête vive d'une lame tranchante, parfaitement aiguisée, qui enlève, le long de la surface de ce cylindre de bois, un copeau continu d'épaisseur déterminée. Le sectionnement aux dimensions voulues de la feuille ainsi obtenue s'exécute au moyen d'une découpeuse automatique, qui se trouve à la suite de la dérouleuse. Cette découpeuse est, en somme, une sorte de massicot de grandes dimensions identique à celui qu'utilisent les cartonniers : ce massicot, qui est mû électriquement, s'abaisse et se relève successivement, à intervalles égaux, coupant d'un seul coup les piles de feuilles de bois qui lui sont présentées.



DÉROULEUSE DÉBITANT EN FEUILLES EXTRA-MINCES UN TRONC D'OKOUMÉ

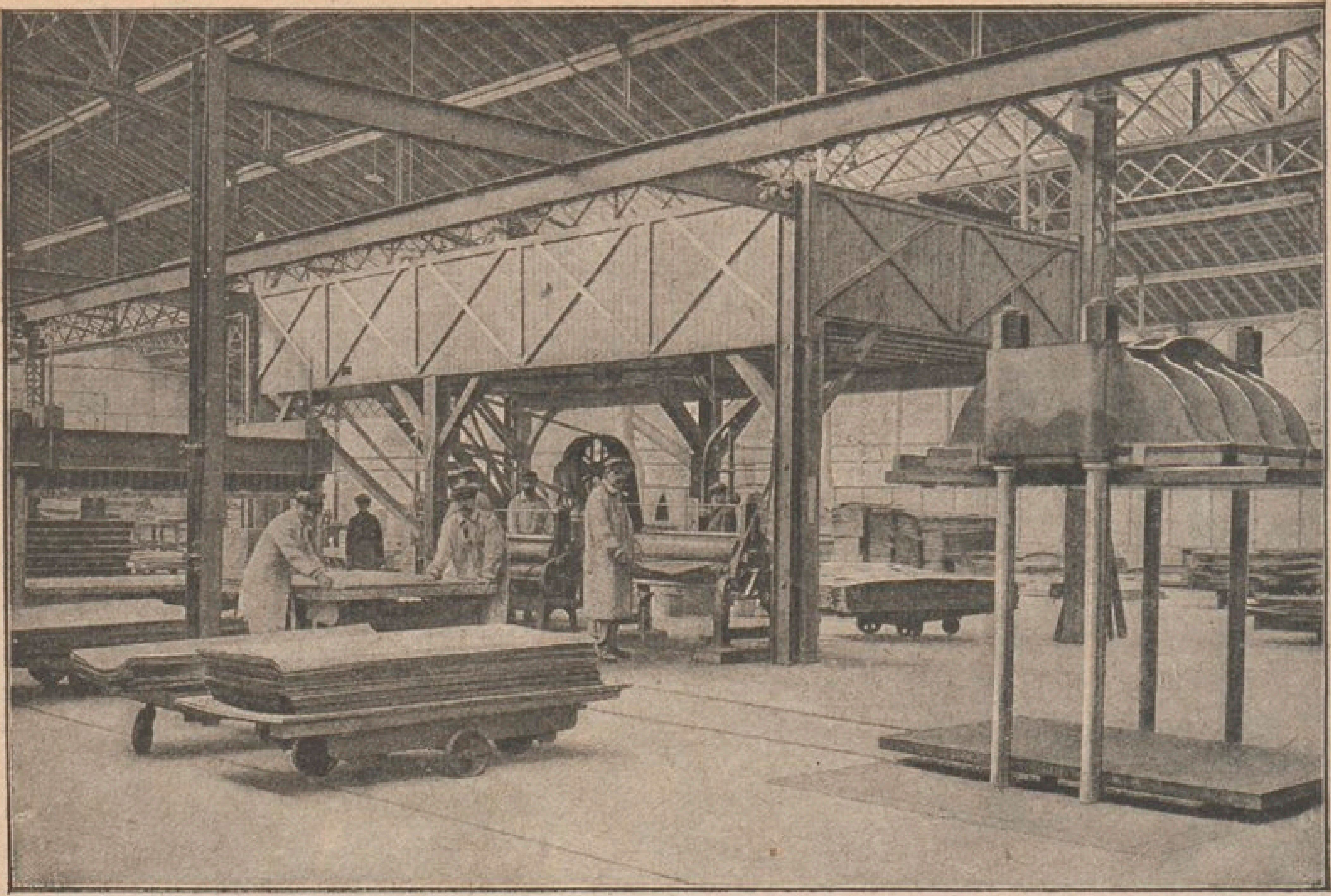
Indépendamment des besoins de l'ébénisterie, qui sont actuellement limités volontairement, en raison des nécessités toujours urgentes de la défense nationale, les feuilles de placage sont utilisées en grand pour le contre-placage.

Les panneaux de bois contre-plaqués, d'un usage constant dans les fabrications d'aviation, sont fabriqués avec des feuilles déroulées d'épaisseur voulue, collées et pressées ensemble à contre-fil ; on peut contre-plaquer depuis l'épaisseur de 2 millimètres jusqu'à 25 millimètres en moyenne.

La colle joue, cela va sans dire, un rôle capital dans la fabrication des panneaux contre-plaqués, qu'elle qu'en soit l'épaisseur.

Les colles employées sont à base de matières albuminoïdes ou de substances se rapprochant de ces matières glutineuses, suivant le degré de collage que l'on recherche.

Ces colles s'emploient, suivant le cas, à froid ou à chaud. (La colle que l'on utilise à chaud est d'une composition telle qu'elle devient insoluble une fois séchée à 120°.)



VUE GÉNÉRALE DE L'ATELIER OU S'EFFECTUE L'ENCOLLAGE DES PANNEAUX
Au second plan, on voit les cylindres des machines servant à l'encollage.

Pour enduire de colle un panneau, on procède généralement de la façon suivante : On pose le premier « extérieur » sur une table, sans colle, bien entendu ; on passe la deuxième feuille dite « intérieur » dans une machine à encoller. Cette feuille sort de cette machine, encollée des deux côtés. On la pose sur la première feuille et on met la troisième feuille « extérieur » dessus. Le panneau est prêt à être soumis à la presse.

En ce qui concerne le pressage des panneaux, on conçoit aisément que la pression, ainsi que la durée de pressage jouent également un rôle très important. La pression donnée peut aller d'une pression faible jusqu'à la compression, suivant l'usage particulier auquel on destine les panneaux.

Pour cela, on emploie deux méthodes, le pressage à froid et le pressage à chaud.

Dans le premier cas, il suffit de mettre les panneaux préparés, comme indiqué ci-dessus, et de presser à la pression qui convient pendant la durée de temps nécessaire. On sort ensuite les panneaux de la presse pour qu'ils subissent un séchage à air libre, dont la durée varie suivant l'épaisseur du panneau.

Dans le collage à chaud, on introduit le panneau entre des plaques chauffées à la vapeur et à la température convenable, et on presse à la pression voulue pendant la durée de temps qu'il faut ; ensuite, on dépresse. Le panneau est alors complètement terminé et n'a pas à subir de séchage comme dans le cas du collage à froid.

On utilise généralement, dans les usines modernes, les deux systèmes dont nous venons de parler, systèmes qui ont leurs avantages et, bien entendu, leurs inconvénients. Tout dépend, dans le choix du collage, à chaud ou à froid, de la destination des panneaux obtenus. Les deux procédés sont excellents, quoique un des graves inconvénients du collage à chaud soit de tacher fréquemment les « extérieurs » des panneaux et de nuire ainsi à leur aspect.

Souvent, les pressions que l'on fait subir aux panneaux sont de 3 à 5.000 kilogrammes par mètre carré. Aussi les bois contre-plaqués possèdent-ils de précieuses qualités : ils ne se fendillent pas ; ils ne se détachent pas d'une surface humide contre laquelle ils peuvent être fixés ; ils ne se gondolent pas à la chaleur, devant un moteur ou une source de chaleur quelconque, à telle enseigne que certains capots d'avions sont en bois contre-plaqué. Aussi, les applications du bois contre-plaqué sur lesquelles nous reviendrons à la fin de cet article, se sont-elles multipliées

depuis la guerre et l'on peut affirmer que le plus bel avenir est réservé à cette industrie.

Les panneaux terminés et séchés, s'il s'agit de collage à froid, sont passés à des scies spéciales où ils sont délignés à la grandeur voulue, pour être livrés aux consommateurs, soit à l'Etat soit aux particuliers.

Un bon contre-placage doit pouvoir résister un certain temps dans l'eau bouillante et dans l'eau froide, sans manifester de trace de décollement et surtout de gondolage.

De plus, il est impossible de faire de bon contre-placage sans un séchage parfait des feuilles devant composer les panneaux, et c'est là une des opérations sur lesquelles est particulièrement, portée l'attention des industriels qui font usage de ces matériaux.

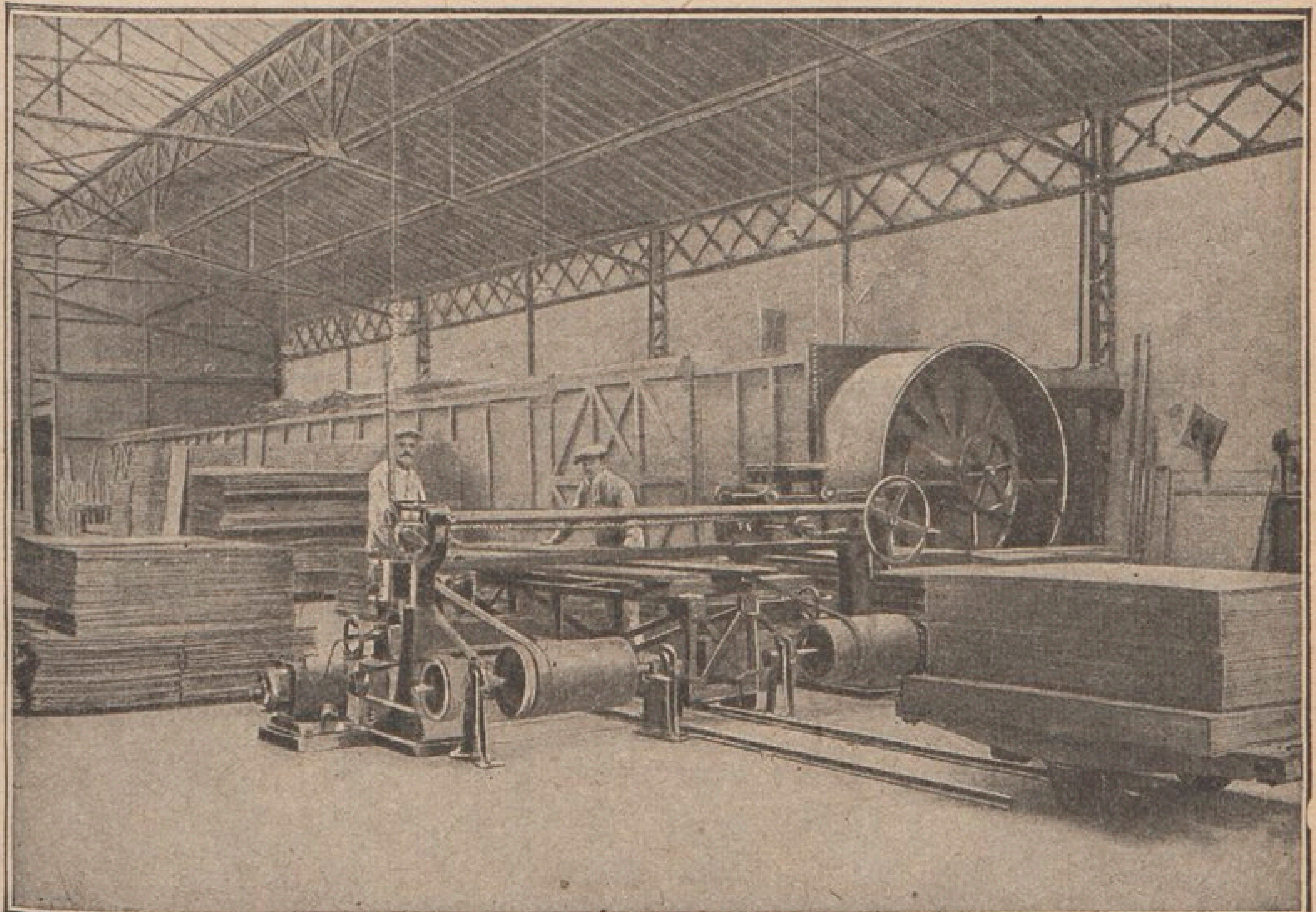
Ce séchage, qui s'effectue dans des séchoirs à vapeur de plus de 30 mètres de long, nécessite énormément de précautions. Malgré ces soins particuliers le gondolage, la frisure et les fentes sont difficilement évitées dans certains bois, ceux de qualités médiocres.

C'est pour cette raison qu'on en arrive à jointer les feuilles une fois séchées, au moyen d'une bande de papier gommé qui est collée sur ces feuilles par des machines spéciales.

On se sert de plus en plus, disions-nous, du bois contre-plaqué, non seulement dans l'ébénisterie, mais encore pour la fabrication des panneaux destinés à l'intérieur des wagons de chemins de fer, des tramways, des automobiles et des sous-marins.

Dans les constructions nombreuses, que l'on a édifiées au cours de la guerre actuelle, on a souvent fabriqué des portes et des lambris avec des panneaux contre-plaqués. On a même réussi à faire avec ces panneaux des habitations entièrement démontables, qui ont rendu les plus grands services à l'armée d'Orient et sur le front français.

A bord des bâtiments de guerre et des cargos, on utilise le bois contre-plaqué pour les plafonds des cabines, ou encore comme cloisons. Les unités légères de notre flotte, comme les torpilleurs et les sous-marins, ont été revêtues intérieurement de bois contre-plaqués à cause de l'économie considérable que l'on réalise ainsi du point de vue poids et encombrement. Dans un autre ordre d'idées, qui intéresse au plus haut point la vie économique du pays, on emploie les panneaux contre-plaqués pour fabriquer des caisses destinées à transporter les épices, les fruits secs, les produits de droguerie et toutes les marchandises qui craignent l'humidité.



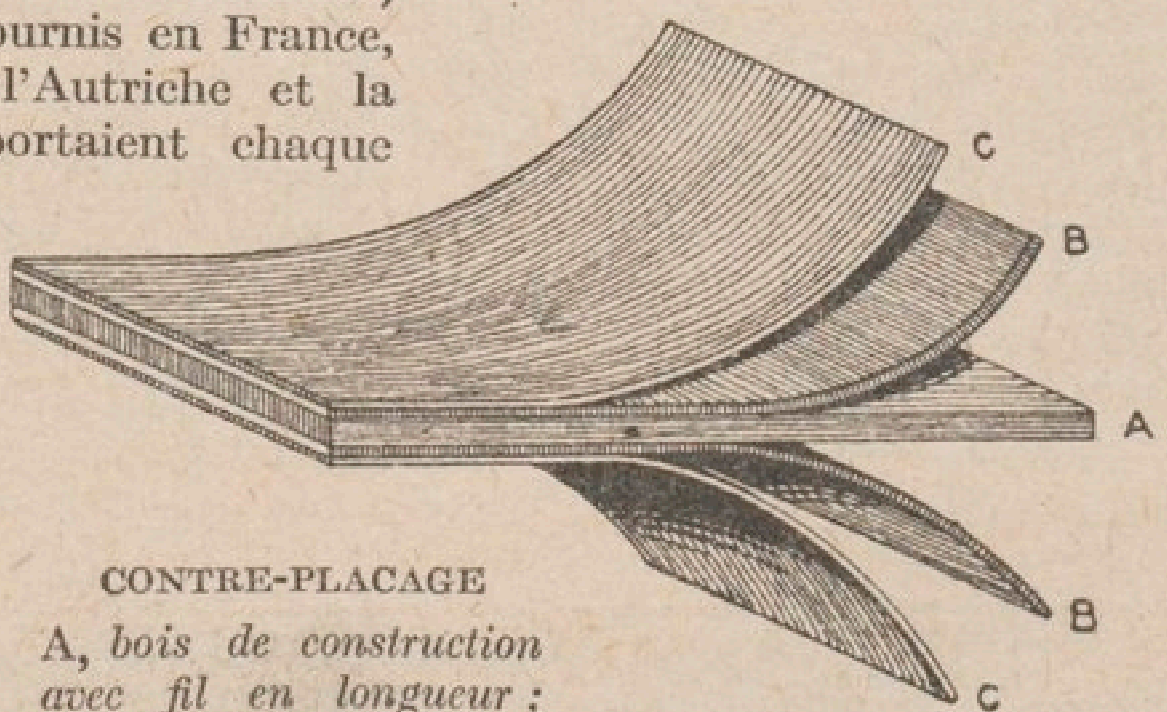
SCIE SERVANT A DÉLIGNER LES PLATEAUX, EN PLEIN FONCTIONNEMENT

Au second plan : chambre de séchage dont l'air est brassé par un puissant ventilateur.

Comme nous l'avons dit au début, de cette étude nombreux sont les bois, qui peuvent servir à faire du contre-placage.

Un bois colonial français, l'okoumé, jouit actuellement d'une faveur justifiée dans l'industrie du placage. Cet arbre tient un rang important dans les forêts de l'Afrique équatoriale, et la longueur du tronc, qui a de 25 à 30 mètres, permet d'en tirer le meilleur parti. Avant la guerre, les Allemands achetaient la plus grande partie de nos okoumés du Congo, qui ne parvenaient en France qu'après leur passage à Hambourg. Depuis la guerre, il n'en est plus ainsi, et espérons que, dans l'avenir, l'okoumé nous parviendra directement.

Les bois contre-plaqués, surtout en faibles épaisseurs (3 à 5 millimètres) étaient également fournis en France, avant guerre, par l'Autriche et la Russie, qui en importaient chaque année des quantités importantes — quelques milliers de tonnes. Après la guerre il n'en sera plus de même, mais cependant, il faudra que notre industrie de contre-placage tienne compte de l'avance prise dans cette industrie par la Russie, qui avait des fabriques de contre-placages très bien organisées. Pendant l'année 1912, la Russie importa, en effet, en France 5.500 tonnes de bois contre-plaqué, alors que l'Angleterre n'en expédiait que 4.000 tonnes et l'Allemagne 150 tonnes seulement.



CONTRE-PLACAGE

A, *bois de construction avec fil en longueur ;* B, *contre-placage en bois de construction avec fil en largeur ;* C, *placage de bois apparent d'une essence différente, avec fil en longueur.*

L'aviation, qui nécessite énormément de contre-placage, a facilité en France le développement de l'industrie du bois contre-plaqué, à telle enseigne qu'alors qu'il n'y avait que six ou sept fabricants de contre-placage avant-guerre, il y en a maintenant plus d'une cinquantaine, plus ou moins importants, il est vrai. Disons, en passant, qu'un grand établissement de la région parisienne tient, et de loin, la première place avec ses 60.000 mètres carrés par mois uniquement réservés à l'aéronautique militaire et contrôlés par elle, production qu'il pourrait porter à 75.000 mètres carrés si les centres de bois avaient suffisamment de transport pour l'approvisionner de peuplier, seule essence qu'il soit possible d'utiliser actuellement.

Enfin, terminons en signalant qu'après la guerre, les débouchés pour le contre-placage seront considérables, particulièrement dans les branches suivantes :

Revêtements intérieurs d'immeubles ;

Revêtements d'habitations à bon marché ;

Meubles et caisses pour les emballages;

Aviation, industrie automobile et carrosserie de wagonnage pour les chemins de fer, etc.

Cette industrie, nouvelle en France, mérite donc l'attention des pouvoirs publics qui devraient, notamment, faciliter le plus possible le fret entre nos colonies africaines et la France, afin que les fabricants puissent utiliser, au profit de notre pays, les immenses ressources forestières de ses colonies.

Certains établissements ont déjà fait tout ce qu'il fallait pour s'installer au Gabon où ils possèdent, grâce à un personnel spécial et expérimenté, un stock important d'okoumés, abrités dans des magasins, en attendant l'heure bienheureuse où le fret, reprenant son libre cours, ils pourront enfin faire venir ces bois régulièrement et sans interruption.

Mais cette heure, malheureusement, ne semble pas encore être sur le point de sonner. Quoi qu'il en soit, il ne faut pas perdre de vue que quatre années d'hostilités ont réduit dans de fortes proportions le domaine forestier de la France; dans les régions envahies, les Allemands ont fait des coupes de bois considérables, et nous-mêmes, pour les besoins de notre armée et de notre industrie, nous avons dénudé des régions entières. La guerre nécessite autant de bois que de fer et d'acier.

L'aide que peuvent nous fournir nos colonies a été quelque peu négligée, et ce n'est que depuis quelques mois seulement que des hommes pratiques mènent campagne pour que soient mieux exploités, au profit de la métropole, nos immenses et inépuisables territoires d'outre-mer.

Déjà, cette campagne a porté ses fruits.

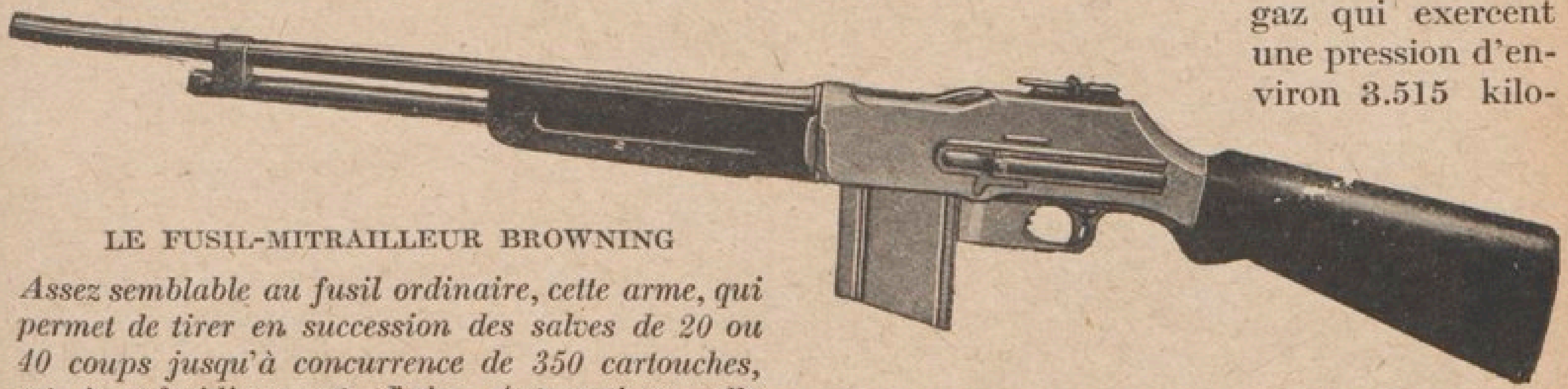
Henry Perrinaud.

Nous adresserons nos remerciements à M. G. Leroy, Administrateur des usines Leroy, qui a bien voulu nous fournir les éléments de cet article et mettre à notre disposition les illustrations.

LES MITRAILLEUSES PERFECTIONNÉES DE L'ARMÉE AMÉRICAINE

Par SILVY-VERNON

Le gouvernement américain a adopté pour l'armée deux types nouveaux de mitrailleuses, dont l'une n'est, à proprement parler, qu'un fusil-mitrailleur. Ces deux modèles, dont la fabrication en grand nombre est actuellement poussée avec toute la célérité possible, sont dus à l'ingénieur-spécialiste John M. Browning, déjà célèbre par ses inventions d'armes à répétition et automatiques, dont principalement le pistolet qui porte son nom et la mitrailleuse Colt, celle-ci en usage depuis 1911 dans l'armée et la marine des Etats-Unis. Le nom de Browning est à lui seul une garantie que nos amis alliés auront sur le champ de bataille, en fait d'armes légères, ce que le génie humain peut produire de plus perfectionné.



LE FUSIL-MITRAILLEUR BROWNING

Assez semblable au fusil ordinaire, cette arme, qui permet de tirer en succession des salves de 20 ou 40 coups jusqu'à concurrence de 350 cartouches, est à refroidissement d'air. Automatique, elle utilise, pour ses réarmements et éjections de douilles vides, une fraction des gaz brûlés. Semi-automatique, elle s'arme au moyen d'un levier et tire sous l'action, relativement légère, du doigt sur la gâchette.

Le fusil-mitrailleur Browning est à refroidissement d'air et son fonctionnement automatique est basé sur l'utilisation d'une fraction des gaz issus de la combustion de la poudre ; il ne pèse que *six kilogrammes huit cents*, soit presque exactement la moitié du Lewis (13 k. 500) et a l'apparence du fusil ordinaire. Relativement léger, il peut être tiré à bras francs, c'est-à-dire épaulé ou appuyé sur la hanche. Dans le premier cas, le tireur vise la cible au travers d'un cran de mire et d'un guidon analogues à ceux du nouveau fusil américain (modèle 1917), c'est-à-dire qui offrent ces particularités : le cran de mire, d'être beaucoup plus rapproché de l'œil du tireur ; et le guidon, d'être très développé. Dans le second, le pointage se fait un peu à l'aveuglette, on pourrait dire : de la manière dont le tireur *sent* le but. Si peu rationnelle que cette dernière méthode de tir puisse paraître, elle n'en permet pas moins, avec un peu d'habitude et d'entraînement, une précision suffisante lorsque la cible n'est pas trop éloignée ni surtout trop réduite.

Le fonctionnement du fusil Browning est simple. Pour le premier coup, on l'arme au moyen d'un levier semblable à celui des fusils ordinaires, mais qui, placé sur le côté gauche, ne peut se déplacer que dans le sens de la longueur. Le projectile est expulsé par les gaz issus de la combustion de la charge, gaz qui exercent une pression d'environ 3.515 kilogrammes par centimètre carré (cartouche du fusil américain et du Springfield anglais). Est-il bien nécessaire de dire qu'une très faible fraction de ces gaz est utilisée pour assurer le fonctionnement automatique du mécanisme à répétition de l'arme ?

Les cartouches sont approvisionnées dans un magasin ou chargeur détachable qui peut en contenir vingt ou quarante. Il suffit de presser sur un bouton pour libérer le chargeur vide et le remplacer par un chargeur plein ; l'opération est très rapide, elle n'exige pas plus de deux secondes et demie.

L'arme peut être rendue automatique ou seulement semi-automatique, le tireur pouvant à volonté la charger par son levier, lequel peut occuper trois positions ; quand on le place à la première, on peut tirer des coups séparés en pressant sur la gâchette à chaque coup, comme avec le fusil ordinaire ;

PESANT MOINS DE 7 KILOGRAMMES, LE FUSIL-MITRAILLEUR PEUT ÊTRE FACILEMENT ÉPAULÉ

On remarque que le cran de mire (et par conséquent la hausse) est très rapproché de l'œil du tireur et que le guidon est très développé, ce qui favorise la précision du tir par coups séparés, le seul permis en épaulant.

quand on place le levier à la deuxième position, le tir devient automatique et continu et les vingt projectiles du chargeur peuvent être tirés en succession dans l'intervalle de deux secondes à deux secondes et demie ; la troisième position du levier est celle de sûreté, correspondant au verrouillage du mécanisme. L'inventeur, M. Browning, s'est proposé, en prévoyant cet arrangement, de produire une arme destinée à être beaucoup plus employée comme fusil semi-automatique que complètement automatique.

La température engendrée par la combustion successive des charges de poudre est, évidemment, considérable, et atteindrait une valeur dangereuse si elle n'était pas énergiquement combattue ; mais, comme dans le fusil Browning, le refroidissement du canon s'obtient uniquement par l'action de l'air ambiant, il ne peut, si bien étudié qu'il soit, empêcher que la chaleur développée par le tir à répétition n'augmente avec chaque coup tiré. Il s'ensuit que le nombre de projectiles qui peuvent être déchargés en succession ne dépasse pas 350 ; après quoi, le tireur doit s'arrêter et attendre pour utiliser l'arme à nouveau que le canon soit suffisamment refroidi. Trois cent cinquante projectiles tirés pour ainsi dire d'un seul jet, c'est là, cependant, un résultat remarquable à considérer, surtout que l'arme pèse sensiblement moins de sept kilogrammes. Le fusil-mitrailleur Browning est d'une construction particulièrement simplifiée ; il ne comporte, en effet, que vingt pièces principales qui peuvent être reproduites à la machine-outil en nombre considérable et sans nécessiter une main-d'œuvre hautement spécialisée, ce qui, à l'heure actuelle, est d'un intérêt capital. Le démontage, le nettoyage et le remontage de l'arme en sont, par suite, également très simplifiés et n'exigent pas, pour être effectués convenablement, des mitrailleurs qui soient en même temps de bons mécaniciens.

Les douilles vides sont éjectées de côté et ne peuvent en aucun cas croiser la ligne de mire, et, par conséquent, gêner le pointage. Un autre avantage du fusil Browning est que son levier d'armement demeure immobile pendant le tir automatique et ne peut donc ni gêner ni blesser le tireur, comme cela se voit avec d'autres armes de ce genre.

Le fusil-mitrailleur Browning a été soumis à une série d'essais destinés à l'éprouver sous des conditions infiniment plus dures que celles dans lesquelles il sera appelé à être utilisé. C'est ainsi, par exemple, que la commission d'essais a fait appliquer sur le canon un produit corrosif pour provoquer artificiellement une oxydation qui permît de déterminer le degré d'oxydabilité du métal et fît souffler dans le mécanisme une fine poussière à grains durs ; or, il est évident que, dans les pires conditions de service, l'arme ne pourrait, aux mains du soldat, être rongée par la rouille à un degré aussi considérable sans témoigner d'un manque de soin criminel de la part de son possesseur.

Dans les tirs d'essais, les membres de la commission ont tiré un certain nombre de coups d'abord debout, en épaulant ou en tirant de la hanche, puis couchés et à genoux, en épaulant ; dans les deux cas, sans aucune difficulté et sans que le canon de l'arme ne se soit dangereusement échauffé. L'essai d'endurance effectué ensuite comportait un tir de 20.000 projectiles par séries de 500 à 1.000 coups, espacées par un laps de temps suffisant pour refroidir le canon. Durant les premiers 8.000 coups, ce refroidissement fut effectué en plongeant le canon dans de l'eau froide. La brusque contraction du métal provoquée par ce traitement empirique causa une fêlure du tube à gaz, lequel dut être changé. Dans la suite, le canon fut refroidi au moyen d'une éponge imbibée d'eau, ce qui n'amena pas la répétition de l'avarie. Sur les 20.000 coups tirés, il n'y eut que 50 ratés, dus pour la plupart à des causes secondaires auxquelles l'inventeur a remédié depuis.

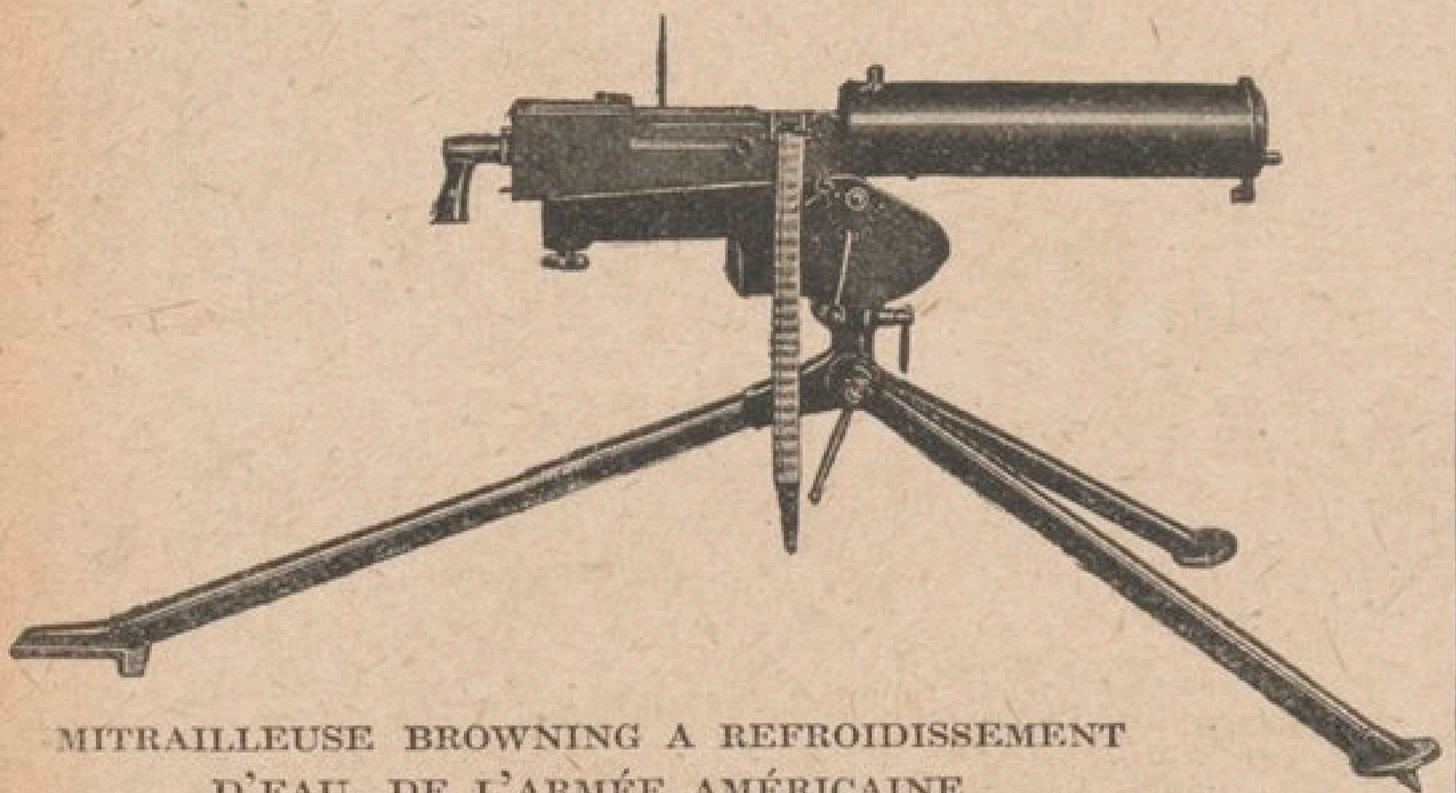
POUR LE TIR CONTINU, LE FUSIL-MITRAILLEUR BROWNING EST APPUYÉ CONTRE LA HANCHE

Il serait difficile de tirer des salves de 20 ou 40 cartouches l'arme épaulée. De la hanche, on tire un peu à l'aveuglette, mais comme le tir continu n'est pratiqué que sur des masses ennemies, cela n'a guère d'importance.

Le tireur porte environ cent vingt projectiles dans sa ceinture-cartouchière et ses deux aides en transportent respectivement quatre cents et deux cent quarante, approvisionnés dans des chargeurs, soit, en tout, sept cent soixante cartouches. Le chargeur complètement approvisionné pèse 652 grammes.

Etant portatif et pouvant être rendu automatique ou semi-automatique, au choix, le fusil Browning se prête à des utilisations tactiques très importantes. Il donne aux troupes qui attaquent un très gros avantage sur un adversaire qui ne possède pas une

arme aussi efficace. Rencontrant un détachement ou une patrouille ennemis, les hommes qui en sont armés se trouvent à même, en épaûlant, de viser l'adversaire et de décharger sur lui de vingt à quarante coups dans l'espace de quelques secondes, tandis qu'ils peuvent ne tirer que des coups isolés et épargner ainsi des munitions s'ils ont affaire à un ou deux hommes seulement. Le fusil mitrailleur permet de nettoyer rapidement les tranchées conquises ; d'autre part, comme on l'a constaté maintes fois dans cette guerre, son emploi aide puissamment à la démoralisation des troupes d'assaut ; c'est ce qui a d'ailleurs conduit l'armée française à faire un usage de plus en plus grand des fusils-mitrailleurs légers et notamment du Chauchat. La mitrailleuse Browning proprement dite est à refroidissement d'eau et utilise, non pas une fraction des gaz brûlés, mais la force du recul pour commander son mécanisme de tir à répétition. Elle est alimentée de cartouches par une bande en tissu de coton qui en porte deux cent cinquante ; les ceintures sont elles-mêmes chargées rapidement par une machine spéciale qui est un modèle perfectionné de celle inventée par M. Browning il y a une vingtaine d'années pour le prompt garnissage des bandes de la mitrailleuse Colt.

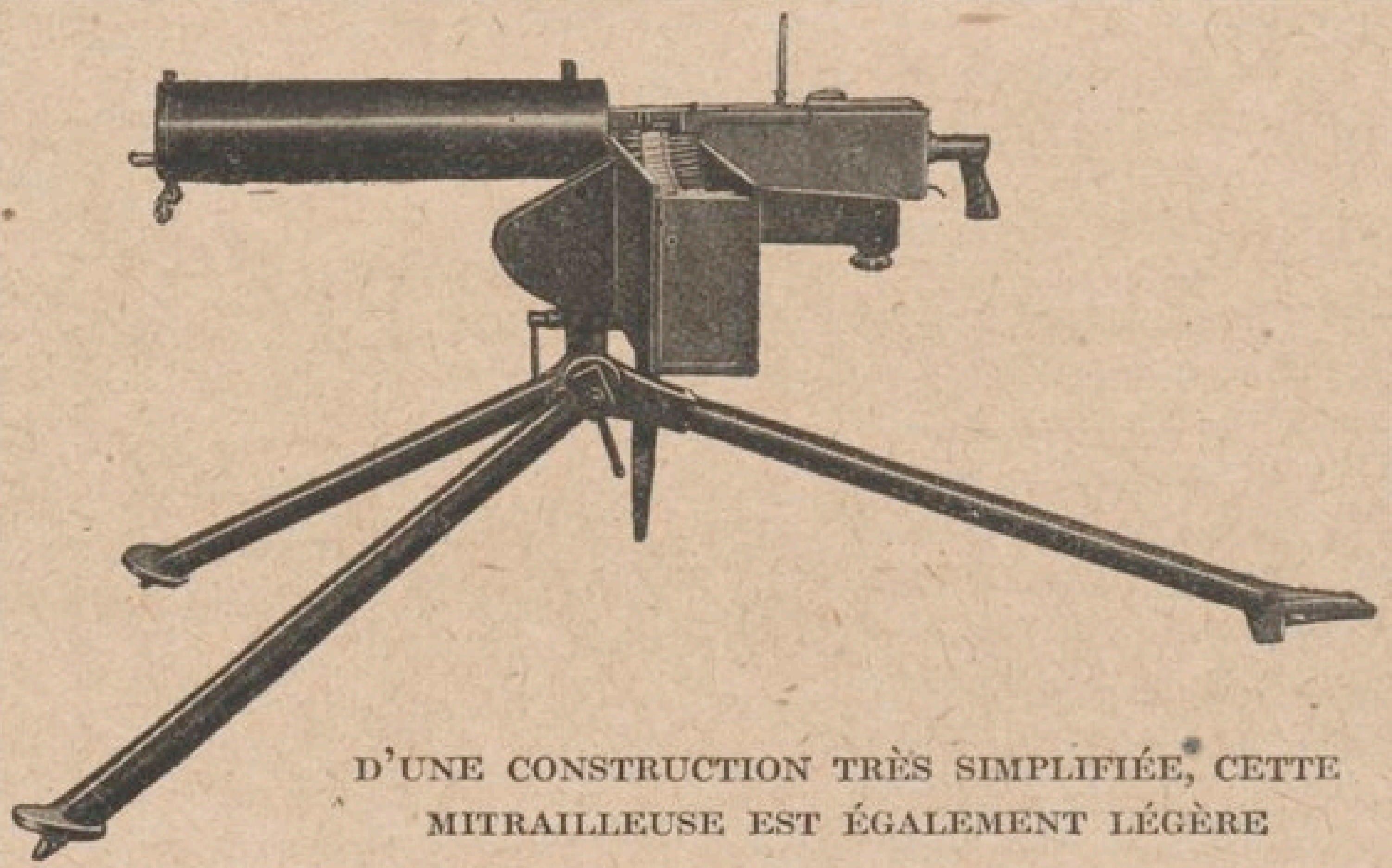


MITRAILLEUSE BROWNING A REFROIDISSEMENT D'EAU, DE L'ARMÉE AMÉRICAINE

Ce n'est plus, comme dans le fusil du même inventeur, une fraction des gaz brûlés, mais la force du recul qui assure l'automaticité des réarmements et éjections de cette arme. Les bandes-chargeurs contiennent 250 cartouches et sont garnies à la machine.

La nouvelle mitrailleuse, comme le fusil qui vient d'être décrit, se distingue des autres types en usage par une plus grande simplicité de construction qui en facilite la fabrication en série et lui donne également une meilleure endurance. Durant un tir d'essai de 20.000 coups, il n'y eut que trois arrêts dus chaque fois à une cartouche défectueuse. Dans un autre essai, on put tirer, sans changer le canon, 39.500 coups en succession, après quoi le mécanisme de détente, toujours fragile, se rompit.

Le canon pèse 15 kg. 650 avec sa chemise d'eau pleine. Il est donc plus léger que celui de toutes les autres mitrailleuses en usage (Schwarzlose : 17 kg. 500 ; Maxim : 16 kg.500 ; Hotchkiss : 16 kilogrammes). Il se fixe sur un trépied-affût. Moyennant quelques modifications, cette mitrailleuse peut être montée sur aéroplane ; on lui enlève alors sa chemise d'eau et le canon ne pèse plus qu'une dizaine de kilogrammes.



D'UNE CONSTRUCTION TRÈS SIMPLIFIÉE, CETTE MITRAILLEUSE EST ÉGALEMENT LÉGÈRE

Son canon, monté sur trépied-affût, ne pèse que 15 kg. 650 avec sa chemise d'eau pleine. Sans cette dernière, comme dans le cas où on l'installe sur aéroplanes, il ne pèse qu'une dizaine de kilogrammes.

SILVY-VERNON.

LES NOUVEAUX INSTRUMENTS EMPLOYÉS EN GÉODÉSIE

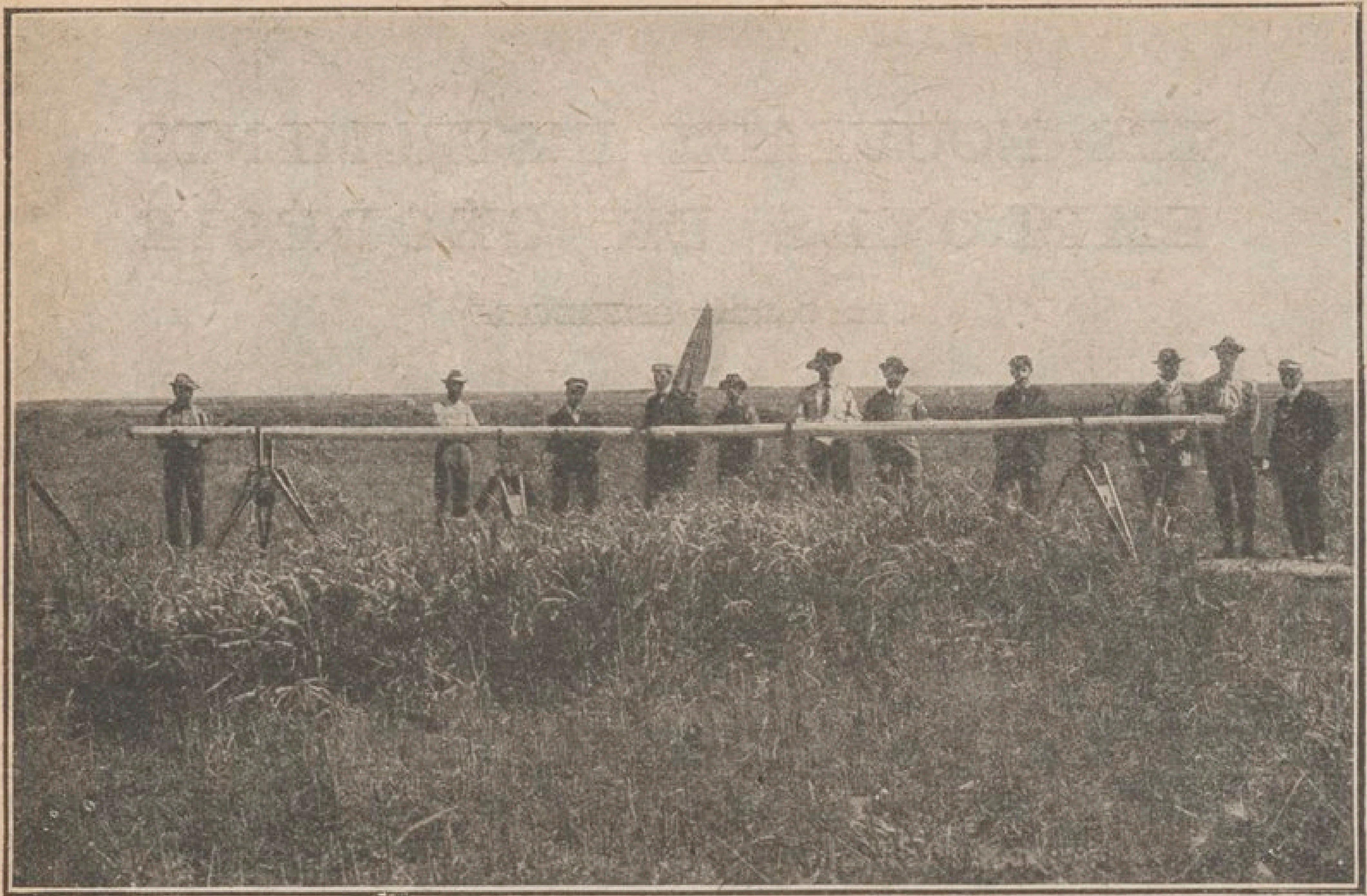
Par Godefroy GRUNEVALD

Avant la guerre, les géodésiens de tous les pays cherchaient, par des triangulations conduites avec une rigoureuse précision et parfois au milieu de difficultés sans nombre, à serrer de plus près la forme du géoïde terrestre. Faut-il rappeler quelques-uns des plus importants travaux géodésiques exécutés dans les différents pays au cours de ces dernières années ? D'abord, la France continua son rôle historique en procédant à la revision de l'arc de Quito, déterminé déjà au XVIII^e^ siècle par La Condamine. Les perfectionnements apportés aux instruments scientifiques depuis cette époque permettent, en effet, d'obtenir beaucoup plus exactement qu'on ne pouvait le faire alors les divers éléments d'où se déduisent les dimensions de notre planète. Pendant ce temps, d'autres officiers du Service géographique de l'armée française déterminaient les différences de longitude Brest-Dakar, Paris-Bizerte, Paris-Bruxelles et cinq différences de longitude dans le Sahel algérien. Comme le remarque judicieusement le commandant Perrier, ces observations offrent un intérêt particulier, au point de vue de l'application des méthodes qui utilisent l'*astrolabe à prisme* pour l'obtention des heures locales et la télégraphie sans fil pour leur comparaison.

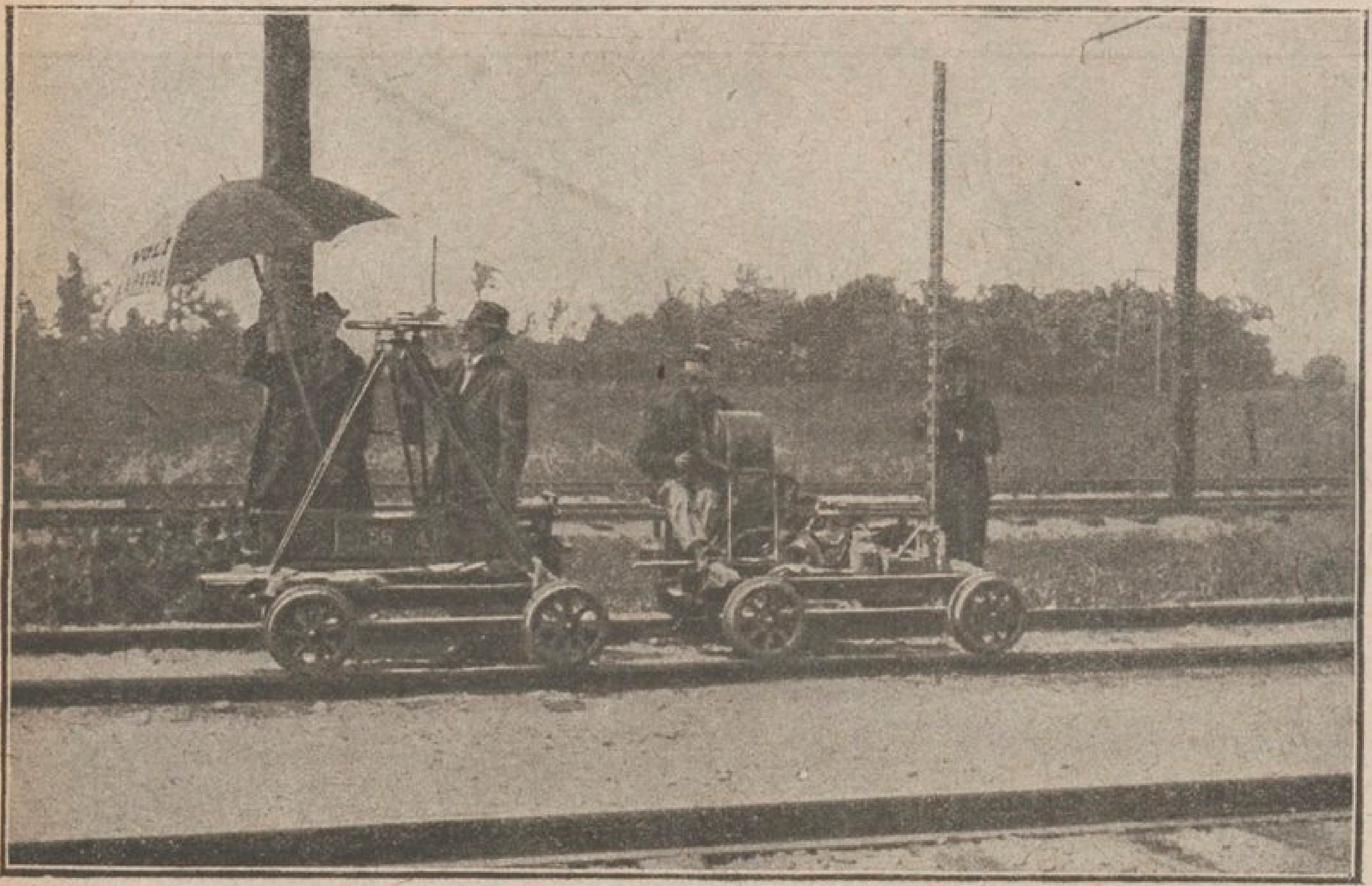
De leur côté, les Anglais poursuivaient avant le conflit mondial et avec l'inlassable persévérance qui les caractérise, la *Trigonometrical Survey of India,* afin d'opérer la jonction des triangulations de l'Inde britannique et du Turkestan russe, par une chaîne établie sur le versant ouest du plateau central asiatique. Cette jonction, d'une importance primordiale pour les études sur

MESURE D'UNE BASE GÉODÉSIQUE AU MOYEN DU FIL JADERIN

Imaginé par Edw. Jaderin, professeur à l'Ecole polytechnique de Stockholm, ce procédé substitue aux règles géodésiques rigides des fils soumis à une tension constante.



DOUBLE RÈGLE EMPLOYÉE PAR LE « COAST AND GEODETIC SURVEY »
Cet appareil, d'un maniement assez incommode, servait beaucoup aux Etats-Unis, dans les opérations géodésiques, avant l'introduction des fils de métal « invar ».

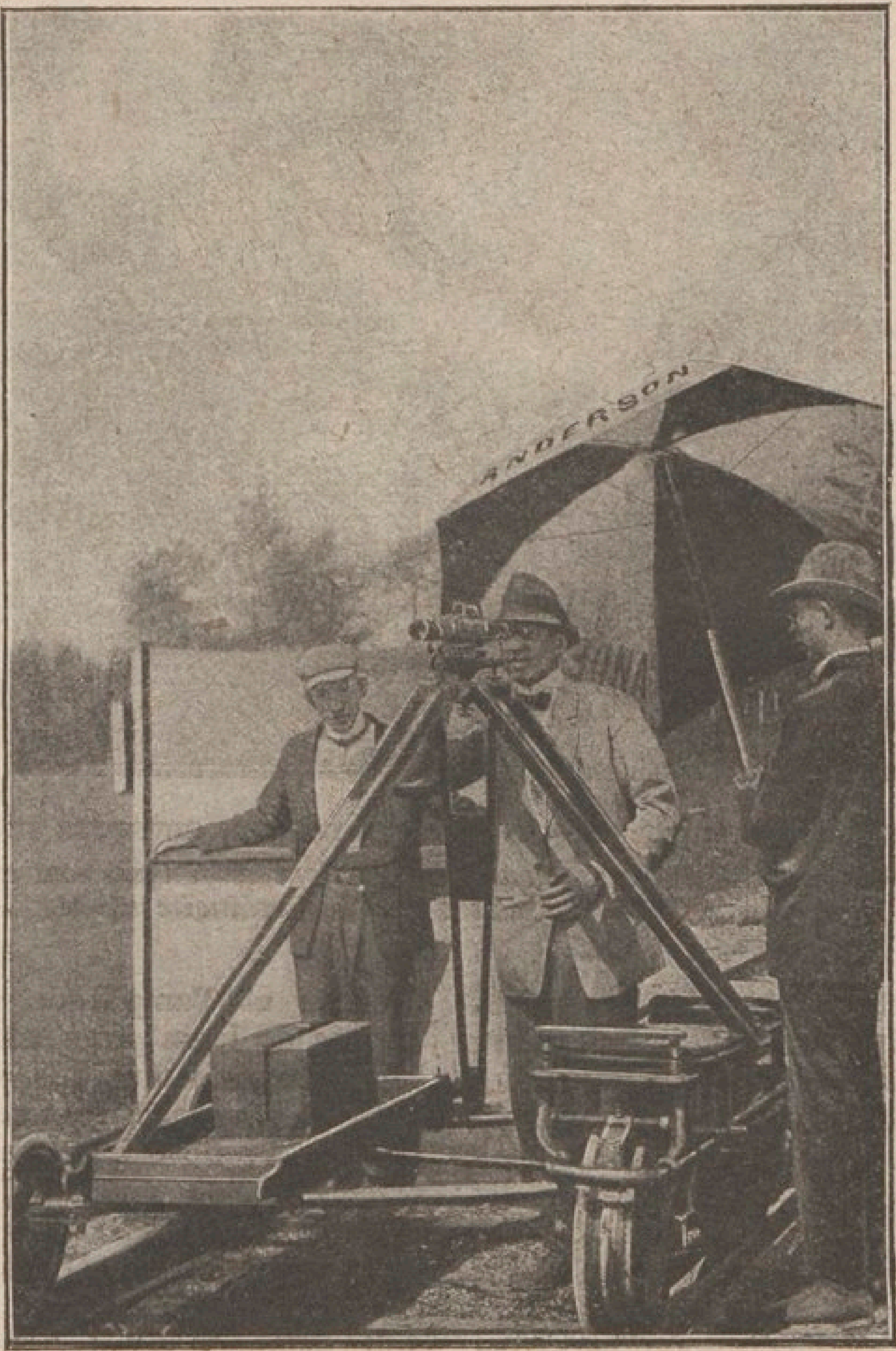


UNE ÉQUIPE DU « COAST AND GEODETIC SURVEY » AMÉRICAIN AU TRAVAIL
L'observateur de gauche exécute une visée avec la lunette d'alignement montée sur un truck automobile ; à côté de lui se tient, sur un car similaire pouvant également rouler sur rails, un calculateur qui enregistre les chiffres au moyen d'une machine à additionner.

la distribution des masses dans cette région du globe, fut décidée à la suite de la conférence générale de Londres-Cambridge, en 1909, mais elle se heurta à de grandes difficultés pratiques. De même, les hostilités ont interrompu momentanément l'activité des topographes britanniques qui, depuis près de vingt ans, étaient attelés à la mesure de l'immense chaîne africaine du Cap au Caire.

Les Italiens exécutaient aussi d'importants nivellements en Libye, et y mesuraient quatre bases aux fils Jäderin. Les Russes contribuaient puissamment à l'œuvre commune en établissant des chaînes de premier ordre en Russie d'Europe, sur le méridien et au sud de Petrograd, dans le Caucase, le long de la rivière Irtych (Sibérie occidentale), en Transbaïkalie, dans l'Oussouri, le Pamir occidental, depuis Oche jusqu'à la frontière de Chine ; ils installèrent deux cent trente stations astronomiques et opérèrent de multiples nivellements, portant à 34.543 kilomètres le développement de leur réseau cartographique à la fin de 1912, date à laquelle s'arrête l'intéressant compte rendu des séances de la dernière conférence de l'Association géodésique internationale réunie à Hambourg.

La Hongrie s'attachait plus spécialement à étudier les *variations de la pesanteur*, dans de nombreuses régions, grâce à la balance de torsion d'Eotvos ; entre autres, dans la haute vallée de Cimabanche (sud du Tyrol) et les environs de Kecskemet (entre le Danube et la Theiss), secoués par un assez violent tremblement de terre, le 8 juin 1911. Quant à l'Institut géodésique prussien, il occupait les rares loisirs que laissait à son personnel la préparation des cartes de guerre, en collaboration avec l'état-major de Berlin, à étendre les importantes triangulations commencées dans l'Ouest-Africain allemand.

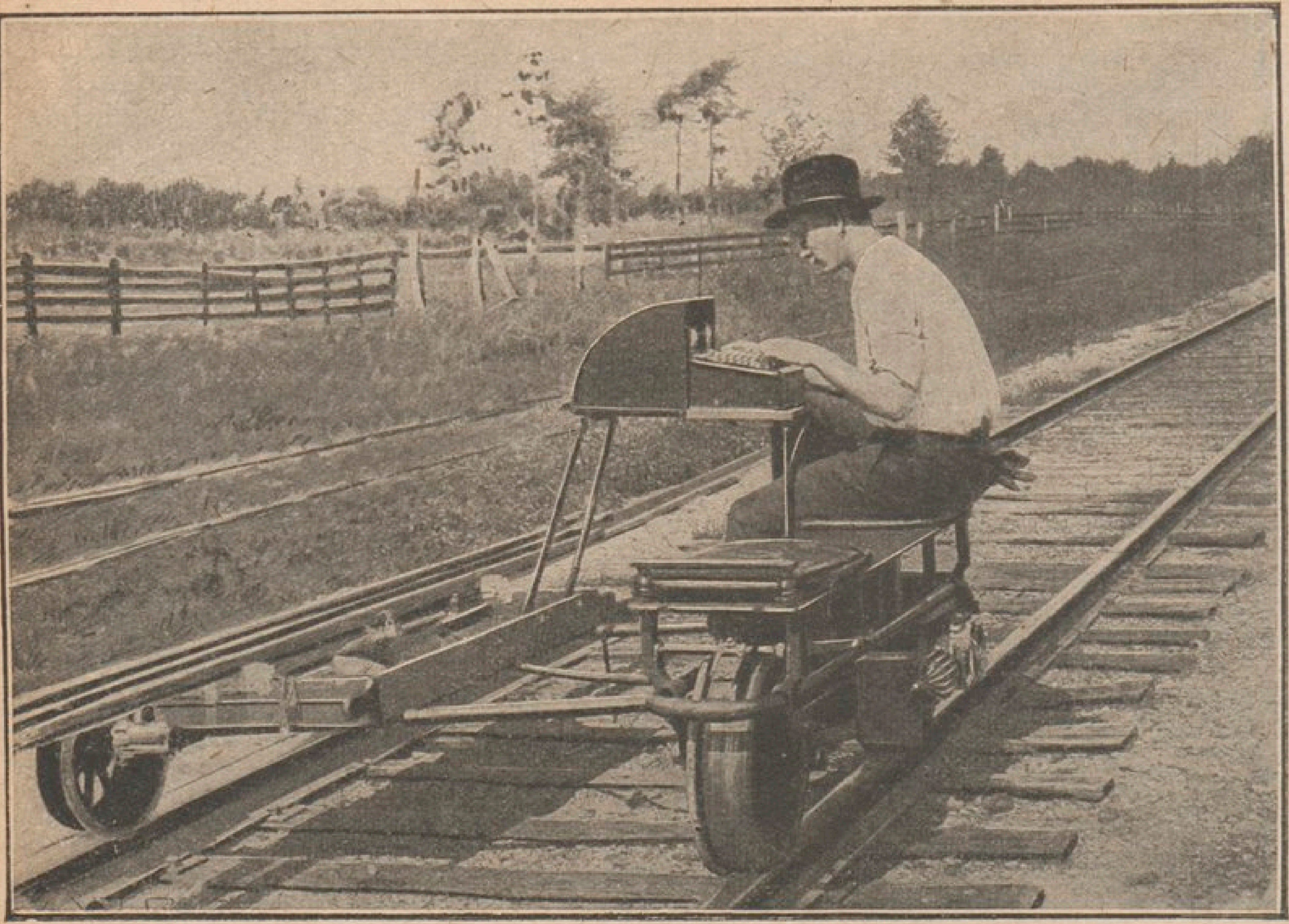


UNE VISÉE AVEC LA LUNETTE D'ALIGNEMENT

Un aide abrite l'instrument au moyen d'un parapluie afin d'empêcher les rayons solaires de gêner les lectures faites par l'observateur.

Si nous quittons l'Europe pour le Nouveau-Monde, nous n'aurons guère qu'à nous arrêter sur l'œuvre géodésique des Etats-Unis. L'Institut géographique de la République Argentine n'a, en effet, que commencé récemment à élaborer un plan méthodique des chaînes méridiennes et parallèles à mesurer sur son territoire ; de même, l'*Officina de mensura de tierras* et la Section trigonométrique de l'état-major chilien se proposent de déterminer un arc du méridien traversant tout le Chili, de Tacna, au nord, jusqu'à Puerto Monte, au sud, sur 23°5 d'amplitude, mais ces opérations ne sont pas encore sorties de la période des reconnaissances préliminaires. Seul, le Mexique avait achevé les triangulations qu'il exécutait le long du 98° méridien ouest de Greenwich, afin d'opérer la jonction de son réseau avec celui des Etats-Unis.

En définitive, depuis le début de la lutte actuelle, presque toutes les nations belli-



MONTÉ SUR SON CHARIOT, L'AIDE ENREGISTRE LES CHIFFRES DES VISÉES
Grâce à ce procédé ingénieux autant que pratique, les opérations géodésiques sont grandement accélérées et leurs résultats acquièrent une extraordinaire sûreté.

gérantes ont délaissé la géodésie pour la cartographie ou la topographie guerrière, mais l'oncle Sam reste encore sur la brèche. Les savants techniciens des Etats-Unis perfectionnent, chaque jour, leurs instruments et leurs méthodes géodésiques ; ils ne craignent pas, non plus, d'escalader les falaises abruptes ou de naviguer au milieu des glaçons de l'Alaska, dans de frêles embarcations, pour exécuter leurs observations astronomiques, leurs levées de plans et leurs cartes. Ces opérations ne constituent pas seulement une spéculation scientifique, elles ont surtout une utilité pratique incontestable. En particulier, le *Coast and Geodetic Survey*, créé sous l'administration du président Thomas Jefferson, en 1807, et réorganisé sur des bases toutes nouvelles en 1878, rend de grands services aux navigateurs qui fréquentent l'Atlantique et le Pacifique.

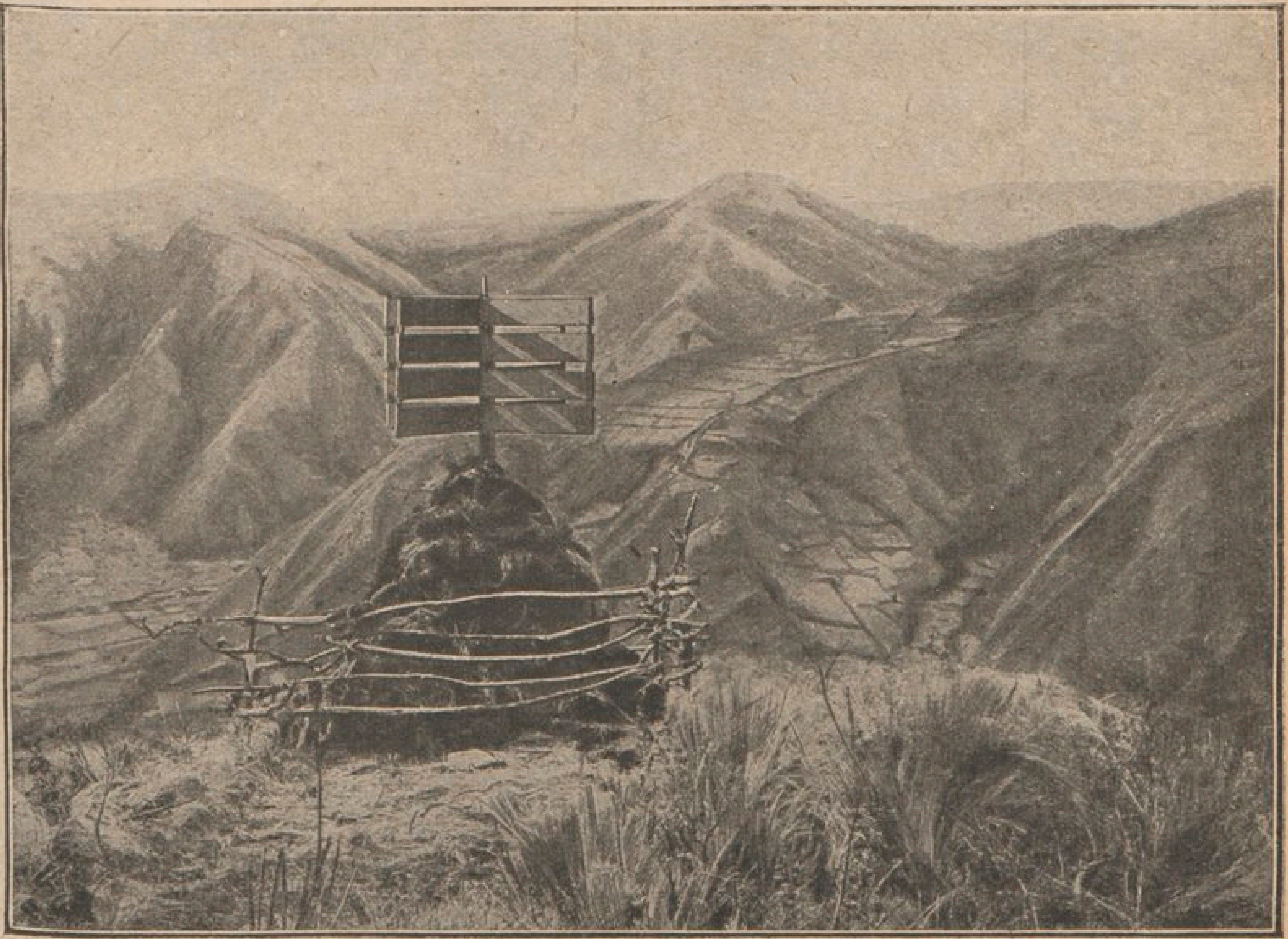
Toutes les nations dont les territoires touchent à la mer doivent connaître les moindres détails de leurs côtes, la profondeur des fonds marins à proximité du littoral, la localisation des récifs et autres écueils, la hauteur et l'amplitude des marées pour chacun de leurs ports, etc. Les Etats-Unis sont intéressés plus que bien d'autres pays à ces relevés géodésiques et hydrographiques, puisque le développement de leurs côtes atteint 11.500 milles (18.507 kilomètres), suivant leur direction générale, et 91.000 milles (146.459 kilomètres), en tenant compte de toutes les îles, baies, golfes et criques. On doit même y ajouter 12.000 milles, soit environ 19.300 kilomètres, si on y comprend tout le littoral des diverses possessions américaines : Porto-Rico, Guam, Tutuila, les îles Hawaï et les Philippines.

Le *Coast and Geodetic Survey* possède, pour exécuter ses travaux, une flotte de sept steamers, trois larges chaloupes et un certain nombre d'autres petites embarcations. D'après les renseignements qu'a bien voulu nous communiquer son directeur, R. L. Faris, son personnel se décompose de la façon suivante : d'abord, une équipe de campagne de 64 assistants, 29 aides, 11 observateurs pour les instruments magnétiques, 4 experts nautiques, 14 calculateurs des

marées, 59 ingénieurs, médecins et officiers de marine, 345 hommes d'équipage et une centaine d'employés supplémentaires engagés occasionnellement, puis un groupe sédentaire de 160 hommes ou femmes occupés à des calculs, à des travaux d'inspection et de bureau, tant à Washington qu'à Manille ou dans les stations très importantes de New-York, de San-Francisco et de Seattle.

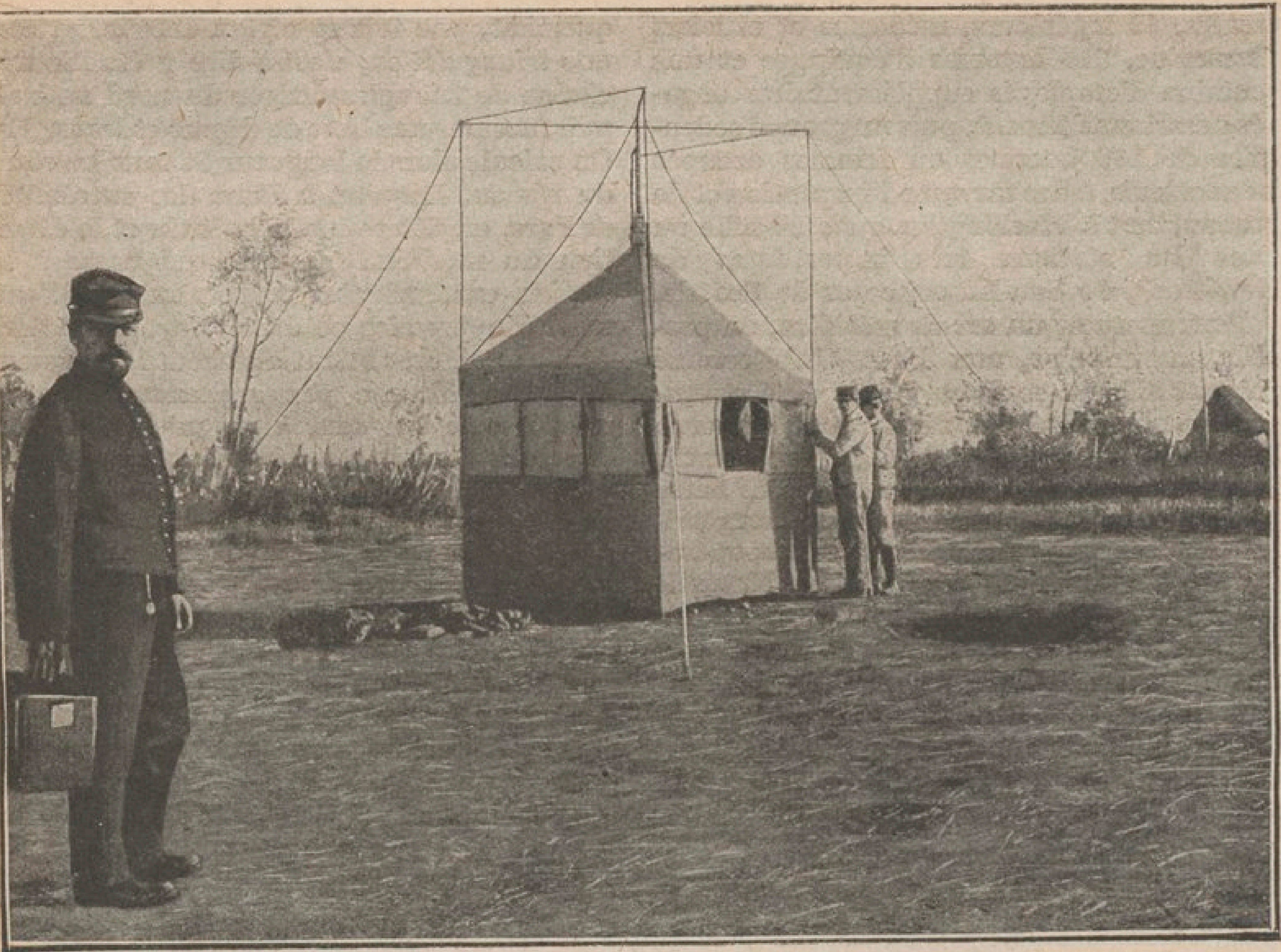
Pour mesurer un *arc de méridien*, on procède, en principe, aux Etats-Unis comme partout ailleurs, mais on y a modifié et souvent perfectionné de façon très heureuse l'outillage des spécialistes d'Europe, depuis les signaux et les règles de mesure des bases jusqu'aux lunettes, cercles azimuthaux réitérateurs et instruments nécessaires aux opérations topographiques très précises. Naturellement, on n'a pas encore trouvé, de l'autre côté de l'Atlantique, le moyen d'exécuter une détermination directe d'un arc de méridien, car on se heurterait presque toujours, sur le terrain, à des obstacles infranchissables, et, en tout cas, les résultats seraient entachés de grossières erreurs. Il faut donc, pratiquement, une fois la région choisie, y faire une *triangulation*, c'est-à-dire y établir une chaîne de triangles dirigée du nord au sud, puis mesurer une base de départ et les angles. On calcule alors la longueur de tous les côtés du réseau. Ensuite, à l'une des extrémités de l'arc, on détermine la latitude et la direction du méridien terrestre qui passe à la station extrême et que l'on nomme l'azimuth du premier côté de la triangulation. Après quoi, on obtient aisément la longueur de la méridienne par segments, puis on réduit cette longueur à ce qu'elle serait si l'opération avait été effectuée au niveau de la mer. Finalement, on divise la longueur trouvée par le nombre de degrés qu'elle renferme et on a la longueur d'un arc de méridien de 1 degré. Mais toutes ces déterminations, simples en apparence, sont, en réalité, extrêmement ardues et complexes.

Cependant, il y a près d'un quart de siècle, Edw. Jäderin, professeur à l'Ecole polytechnique de Stockholm préconisa une nouvelle méthode pour la mesure des bases, qui constitue l'opération la plus délicate de la géodésie.



UN SIGNAL GÉODÉSIQUE ÉDIFIÉ AU SOMMET D'UNE CHAINE DE MONTAGNES

Afin de rendre ces signaux plus visibles, on les surmonte de quatre ailettes à claire-voie se coupant suivant leur axe, et on en protège la base du mieux qu'on peut.

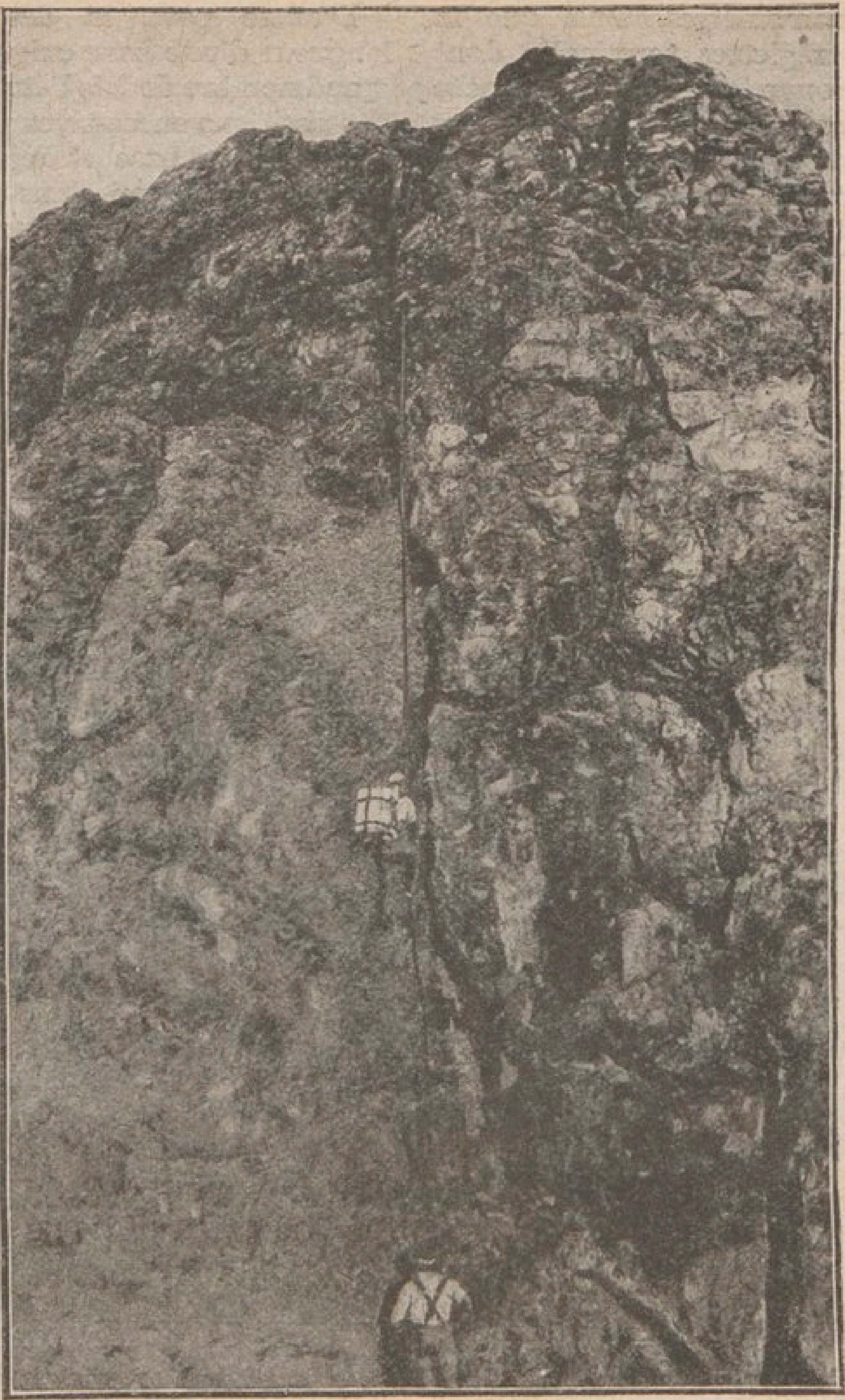


BARAQUE GÉODÉSIQUE (TENTE DÉMONTABLE) DE LA MISSION DE L'ÉQUATEUR

BARAQUE GÉODÉSIQUE ÉDIFIÉE POUR LES OBSERVATIONS A TULCAN (ÉQUATEUR)
Elle abritait contre les intempéries le pilier d'observation et le cercle azimuthal pour la mesure des angles.

Son procédé consiste à substituer aux règles rigides et aux microscopes utilisés jusqu'alors dans toutes les déterminations précises, des *fils métalliques* tendus sous un effort constant, munis à leurs extrémités de réglettes divisées et servant à mesurer les distances d'une série de repères, jalonnant la ligne considérée.

L'*appareil primitif de Jäderin* comportait deux fils de vingt-quatre mètres, l'un d'acier et l'autre de laiton, terminés à chacune de leurs extrémités par des réglettes divisées que des dynamomètres permettaient de soumettre à une tension constante de 10 kilos, au-dessus de trépieds-repères, rigoureusement alignés dans le plan de la base. La réduction de l'horizontale s'effectuait par un nivellement spécial qui fournissait l'inclinaison de chaque portée. D'autre part, on mesurait successivement chaque intervalle avec le fil d'acier et avec le fil de laiton, afin de déterminer la longueur de la base comme avec une règle bimétallique ou bien, on employait chaque fil séparément, puis on prenait, à chaque portée, la température à l'aide de thermomètres à mercure.



ESCALADE D'UNE FALAISE ABRUPTE AU COURS D'UNE EXPÉDITION GÉODÉSIQUE

Tantôt les géodésiens doivent camper sur les plateaux des Cordillières élevés de 4.000 mètres, comme les officiers français qui mesurent l'arc de Quito; tantôt ils sont obligés de monter, avec leurs instruments d'observation sur le dos, au sommet de falaises abruptes. D'autres fois, ils naviguent au milieu des glaçons, comme le firent récemment les hydrographes américains chargés de relever les côtes de l'Alaska.

Au début, cet ingénieux instrument semblait simplement susceptible de fournir une précision suffisante pour la topographie ou la géodésie rapide et surtout pour les opérations coloniales, car l'incertitude inévitable de la détermination des températures, jointe à la dilatation considérable des fils, entraînait des erreurs d'une grandeur supérieure aux limites exigées dans les triangulations très précises. Par la suite, l'appareil Jäderin reçut de multiples perfectionnements. En particulier, la découverte d'un alliage de fer et de nickel très peu dilatable, l'*invar*, par Ch.-Edouard Guillaume, le rendit propre aux mesures de bases de haute précision. De son côté, le Bureau international des Poids et Mesures entreprit, sous la direction de ce savant physicien, une série d'études sur les fils d'invar, qui l'amenèrent bientôt à créer un type d'appareil nouveau, adopté par de nombreux services géodésiques.

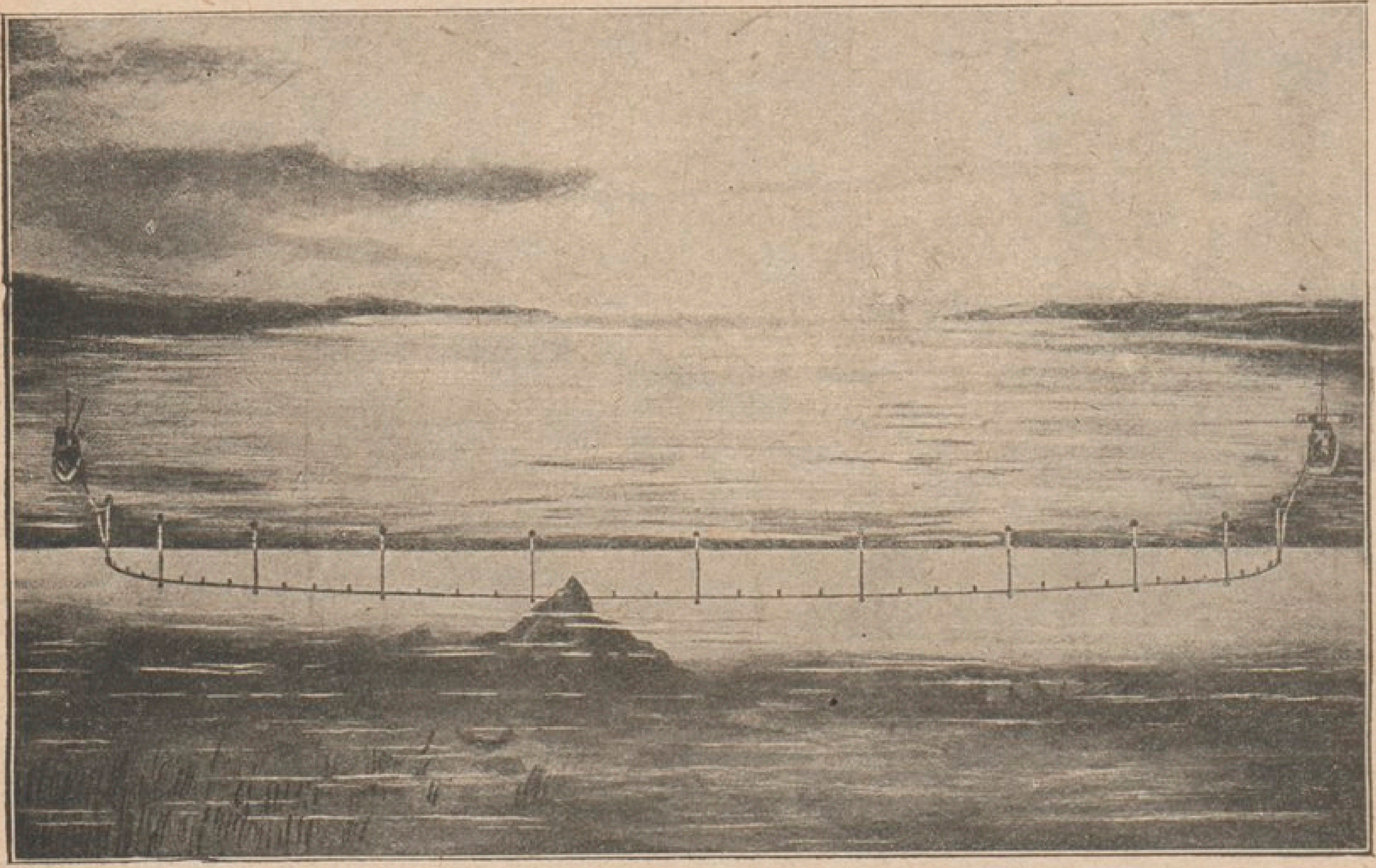
Relatons, d'après la dernière édition de la *Mesure rapide des bases géodésiques* (1917), par J. René Benoit et Ch.-Ed. Guillaume, entre autres perfectionnements récents apportés à l'appareil Jäderin, la substitution de poids tenseurs, montés sur des chevalets,

aux anciens dynamomètres, ainsi que la modification des réglettes terminales dont la division se trouve actuellement tracée dans le prolongement même du fil. Ces réglettes, autrefois en laiton, se réalisent aujourd'hui en métal invar, comme le fil lui-même, et c'est là un sérieux progrès.

A la place de fils, les géodésiens américains se servent de rubans, et les expériences acquises au cours des dernières triangulations qu'ils ont faites, montrent qu'il faut renoncer aux appareils anciens de haute précision, lourds et d'une manipulation difficile sur le terrain, pour adopter des appareils d'un maniement plus aisé, pourvu qu'ils assurent la précision du 1/500.000^e, suffisante tant qu'on n'obtiendra pas les angles avec plus d'exactitude : une précision supérieure dans la mesure de la base se perdant dans l'opération du rattachement au réseau. En outre, pour exécuter une opération géodésique le plus rapidement et le plus économiquement possible, on doit choisir au préalable les emplacements de toutes les bases et employer des appareils sensiblement différents afin d'éliminer les erreurs systématiques qui peuvent se produire lorsqu'on se sert d'un seul type d'instruments.

D'autre part, la détermination de la longueur d'une base exige qu'on reporte un grand nombre de fois l'étalon de mesure dans des positions successives partant du premier repère de la base et rejoignant son terme final. Le point qui, dans une position déterminée de l'étalon, se trouve à son extrémité antérieure, occupe l'extrémité postérieure dans la portée suivante ; pour ces deux opérations successives, MM. Benoit et Guillaume ont imaginé de le marquer par un *repère mobile* qu'on enlève quand il devient inutile pour le reporter en avant de la section mesurée. La détermination de la distance des repères mobiles deux à deux constitue l'opération fondamentale de la mesure d'une base ; des déterminations accessoires effectuées avec des *lunettes de nivellement et d'alignement* l'accompagnent. La première lunette donne la différence de niveau de deux repères successifs ou, pour mieux dire, l'inclinaison de la droite qui les joint, tandis que la seconde sert à viser à la fois une mire lointaine dans la direction du deuxième terme de la base et le goujon du repère mis en station, de façon à déterminer exactement l'alignement des repères.

Afin d'aller plus vite en besogne, le *Coast*

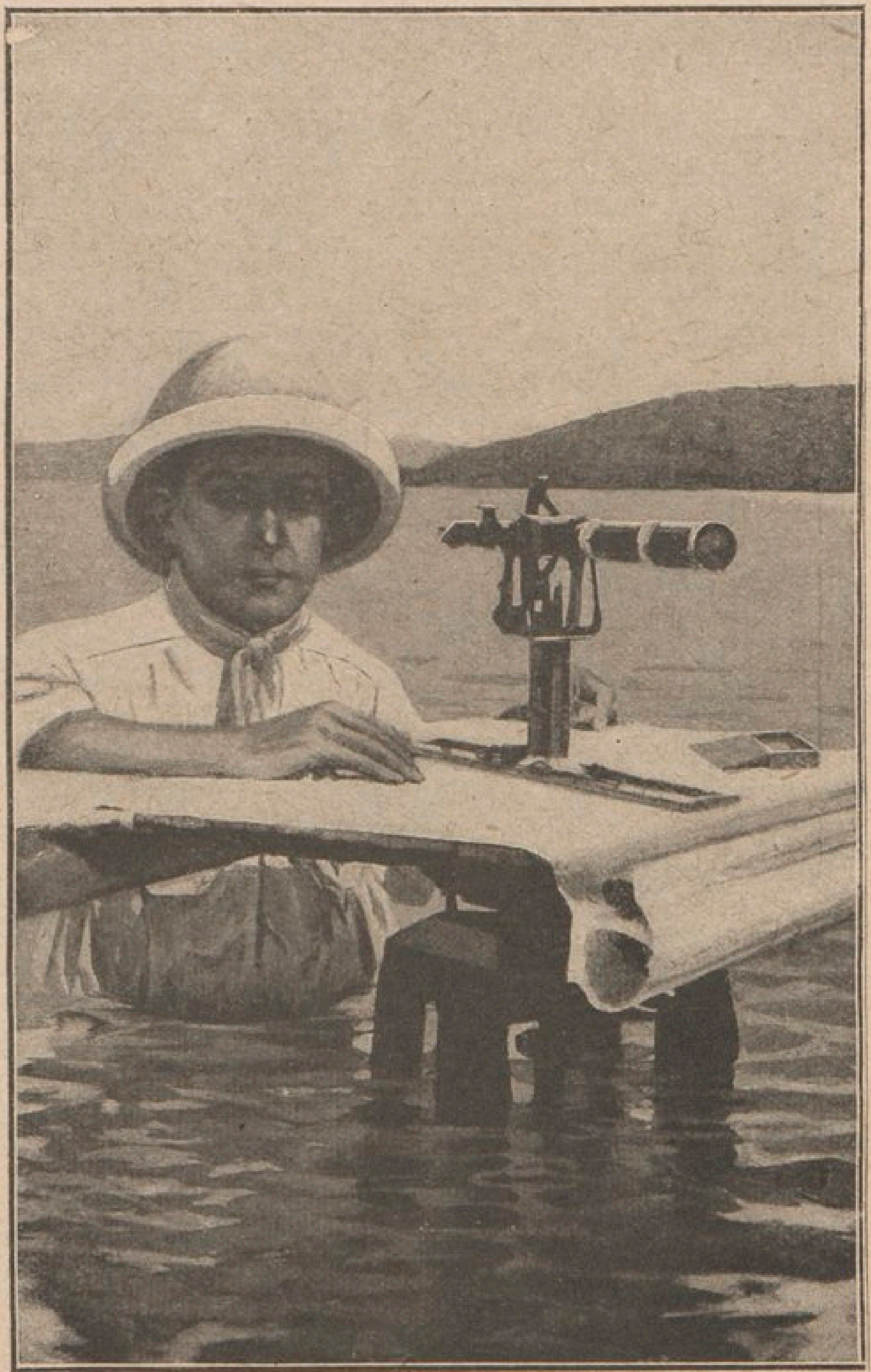


LIGNE DE DRAGUE UTILISÉE PAR LE « COAST AND GEODETIC SURVEY »

Cet appareil permet de reconnaître les rochers isolés et sous-marins situés à proximité des côtes ; il se compose d'une ligne de fond supportée par un certain nombre de bouées et que deux embarcations tirent de chaque côté.

and Geodetic Survey américain utilise, depuis peu, des *trucks automobiles* spécialement agencés pour circuler sur les voies ferrées. Ces véhicules, propulsés par de petits moteurs à essence, portent les instruments, les outils et les membres de l'expédition ; ils pèsent seulement 350 pounds (158 kg. 78), ce qui permet de les enlever facilement des rails à l'approche des trains, et ils peuvent marcher à la vitesse de 32 kilomètres à l'heure, en sorte que les géodésiens couvrent de grandes distances en peu de temps et sans aucune fatigue.

Chaque équipe emploie deux voitures de ce genre. Sur l'une d'elles repose la *lunette de nivellement* dont le trépied-porteur s'adapte au moyen de solides étriers, munis chacun d'une vis de serrage, sur le bâti du véhicule. Comme la plupart des nivellements de précision s'exécutent le long des lignes ferrées, on n'a pas besoin d'enlever l'instrument de l'autocar. L'observateur se tient entre les rails et peut viser aussi bien devant que derrière lui.



LES HYDROGRAPHES SONT PARFOIS OBLIGÉS DE TRAVAILLER DANS DES POSITIONS PEU AGRÉABLES

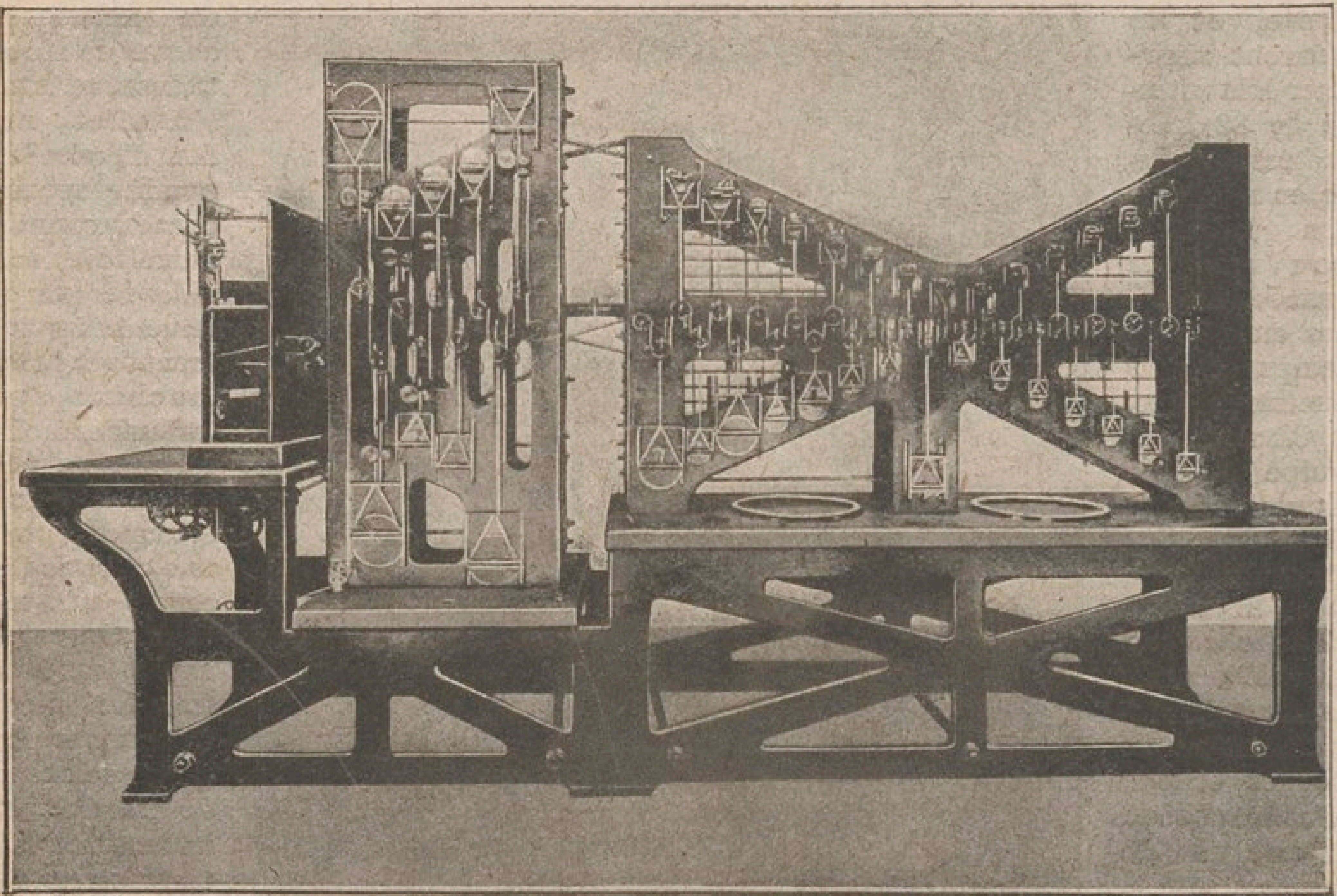
Témoin cet ingénieur qui, le corps à moitié plongé dans l'eau, exécute des relevés pour dresser la carte d'une côte.

Pour l'évaluation des bases, on se sert généralement, en Amérique, de divers appareils : la règle bimétallique d'Eimbeck, en acier et laiton, deux rubans d'acier de cinquante mètres, et, depuis quelque temps, de fils d'invar. On divise chaque base en plusieurs segments et on mesure chacun d'eux à l'aller et au retour avec un de ces instruments. La portée maximum de chaque visée est généralement 490 pieds (149 m. 35).

En outre, une *machine à additionner*, montée sur la plateforme de la seconde voiture, accélère considérablement l'enregistrement des chiffres de visée et, tout en épargnant le labeur du personnel, accroît la sûreté des résultats. En effet, au lieu d'écrire les nombres sur un carnet, comme autrefois, les aides les transcrivent directement avec cette machine sur les feuilles d'observations, réglées à neuf colonnes, plus une colonne réservée aux totaux. On catalogue les chiffres des visées arrière sur les quatre colonnes de gauche et les lectures faites, dans les directions opposées, sur les quatre colonnes de droite. A la fin des opérations relatives à chaque section, on totalise, d'une part, les chiffres des visées avant, et, de l'autre, ceux des visées arrière, puis on soustrait les deux sommes ainsi trouvées, et le résultat donne mathématiquement la différence de niveau entre les deux repères.

Pour montrer la rapidité d'exécution des opérations avec ce matériel géodésique, nous emprunterons quelques chiffres à un récent mémoire lu devant l'Association américaine

pour l'avancement des sciences, par M. William Bowie, du *Coast and Geodetic Survey*. Par exemple, l'expédition dirigée par M. John H. Peters dans le Michigan a fait un nivellement de précision au cours de l'année 1916 avec un avancement moyen de 100 milles (160 kilomètres) par mois, mais comme on recommençait deux fois les opérations et qu'on contrôlait, en outre, 10 % des lectures, la vitesse mensuelle réelle de déplacement des géodésiens était de 220 milles (354 kilomètres). Quant au coût des opérations, il ne les accomplirent avec autant de science que de rapidité. On ne saurait leur comparer, sous le rapport de l'exactitude, que la mesure d'une base de 8.500 mètres environ, exécutée près de Lyon en 1913, par le Service géographique de l'armée française, sous la direction du colonel Lallemand, d'abord au moyen d'une règle d'invar de 4 mètres, puis à l'aide de deux fils d'invar étudiés au Pavillon de Breteuil. L'écart constaté entre les valeurs moyennes obtenues dans ces deux groupes d'opérations atteignait seulement 8 mm. 3,



MACHINE A PRÉDIRE LES MARÉES, DU SERVICE HYDROGRAPHIQUE AMÉRICAIN

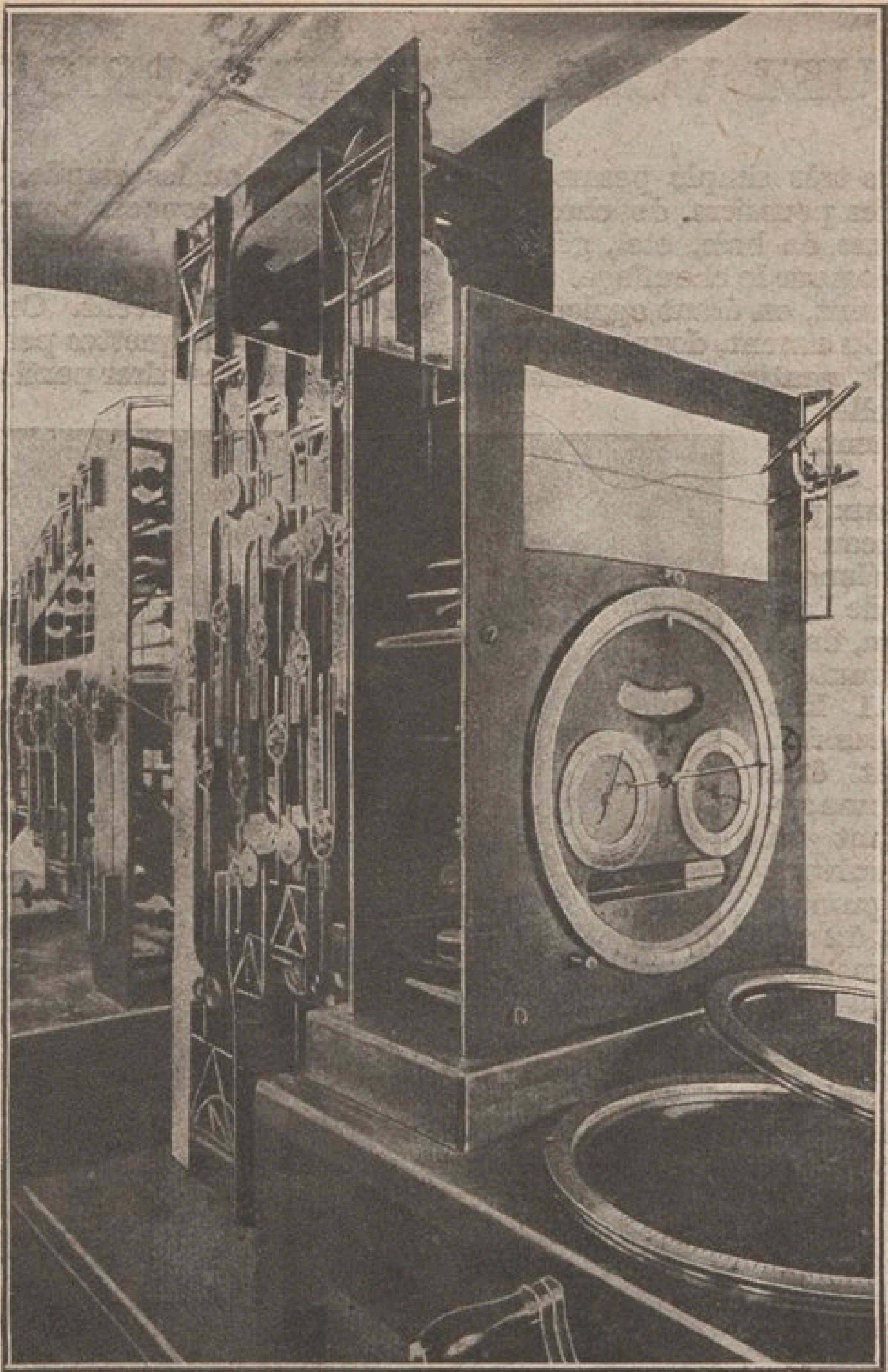
Cette merveille de mécanique, aux organes si ingénieusement combinés, permet de calculer les heures de haute et basse mer pour n'importe quelle localité et à une date quelconque.

dépassait guère 10 dollars par mille (1 km.6) exploré. On comprend que, dans ces conditions, le Service géodésique des Etats-Unis ait étendu ses nivellements de précision sur 2.500 milles rien qu'en l'année 1916, ce qui porte au formidable total de 35.300 milles (56.807 kilomètres), la longueur des réseaux géodésiques actuellement calculés sur tout le territoire de l'Union, avec une erreur accidentelle probable de plus ou moins 1 millimètre par kilomètre et une erreur systématique ne dépassant pas plus ou moins 0 mm. 2 par kilomètre.

Ces triangulations de haute précision font le plus grand honneur aux techniciens qui soit assez exactement 1/1.000.000e environ.

De leur côté, les hydrographes américains ne le cèdent à leurs collègues terrestres pas plus au point de vue technique que sous celui de la célérité. Parmi les instruments spéciaux dont ils se servent pour faciliter leur besogne, nous distinguerons d'abord le *fil de drague*, qni leur permet de reconnaître les rochers isolés et sous-marins à proximité des côtes. Il se compose d'une ligne de fond constituée par des sections de fil téléphoniques galvanisés, que supportent un nombre de bouées reliées à ladite ligne par des montants en cordages souples, la bouée du milieu étant plus grosse que les autres. Deux embarca-

tions, munies d'un moteur de 40 HP et rattachées par un câble à chacune des extrémités de la ligne de fond, traînent l'ensemble du fil de drague et on localise de la sorte, avec une approximation suffisante en pratique, les écueils ou récifs ainsi que les fonds sous-marins proches du littoral. Signalons encore, parmi les appareils originaux employés par les ingénieurs des Etats-Unis, la *machine à prédire les marées,* installée dans les bâtiments du Service hydrographique, à Washington, et qui calcule les heures de haute et basse mer, pour n'importe quelle localité et à une date quelconque. Pour se servir de cette vraie merveille de mécanique si ingénieusement combinée, on commence par régler ses rouages, d'après les constantes harmoniques du lieu en question (au nombre de 37), déduites des observations astronomiques ou nautiques antérieures. Puis, une fois ces opérations préliminaires, d'une durée de deux ou trois heures, accomplies, l'aide tourne un bouton qui déclenche le mouvement d'un système d'aiguilles sur divers cadrans et il peut alors lire immédiatement la hauteur de la marée pour cet endroit, les hauteurs successives et les heures de basse et de haute mer pour chaque jour, tandis que le stylet de la machine trace sur une feuille de papier, qui se déroule de façon automatique et proportionnelle aux temps, la courbe des marées du lieu considéré. Ces graphiques servent de contrôle aux chiffres des calculateurs. Avec ce merveilleux outil, travaillant dix heures par jour et trois cents jours par an, un seul opérateur peut prédire les heures de hautes et basses marées, leurs hauteurs respectives pendant une année entière et pour deux cent soixante-dix ports différents. On voit combien une telle machine économise de temps, d'argent et de fastidieux calculs!



LA MACHINE AMÉRICAINE A PRÉDIRE LES MARÉES, VUE DE TROIS QUARTS

Après avoir réglé l'instrument, il suffit de tourner un bouton qui déclenche le mouvement d'un système d'aiguilles sur divers cadrans, et l'on peut lire immédiatement la hauteur de la marée pour l'endroit désiré, les hauteurs successives et les heures de haute et basse mer pour chaque jour, tandis qu'un stylet trace sur une bande de papier la courbe des marées du lieu.

Enfin, M. Mercau, chargé de relevés hydrographiques concernant les grands fleuves de la République Argentine, a construit récemment un intéressant *profilographe* qui sert à tracer automatiquement le profil continu du fond d'une rivière, d'un estuaire, d'une baie, etc.

Quant à l'*hydromètre* inventé par le même savant, et ressemblant beaucoup au maréographe Richard, il s'emploie soit comme enregistreur des oscillations de marée, soit comme profilographe dans le cas où la profondeur de l'eau dépassant 15 à 20 mètres, ce dernier fonctionne péniblement.

GODEFROY GRUNEVALD.

FABRIQUEZ VOUS-MÊME DES BRIQUETTES

Voici un moule très simple permettant d'employer les poussiers de charbon, déchets, sciure de bois, etc., généralement inutilisables pour le chauffage.

Ces déchets peuvent, en étant agglomérés avec de l'argile ou du ciment, donner des briquettes propres et pratiques, entretenant bien le feu, car elles se consument lentement.

Il faut d'abord éliminer les gros morceaux par un criblage au rateau ou au tamis ; puis mélanger les poussiers avec de l'argile dilué dans l'eau, dans les proportions suivantes : 1 kilo d'argile, 1 kilo d'eau, 6 kilos de poussier.

Le ciment peut être aussi employé comme agglomérant, suivant sa qualité et surtout suivant le poussier ; sa proportion varie de 7 à 12 %.

On obtient un mortier assez consistant qu'il ne reste plus qu'à mouler au moyen d'un moule en bois, d'une simplicité enfantine, imaginé par M. Quérait. Ce moule se compose de deux grands côtés dont l'écartement est maintenu par deux pièces de bois s'emboîtant à chaque extrémité dans des encoches spéciales et de planchettes qui, glissant dans des rainures, divisent le moule en trois ou cinq cases ou plus.

Les cases du moule étant remplies jusqu'au tiers de la hauteur environ, on comprime cette première quantité de mortier avec un pilon ; puis une nouvelle quantité du mélange étant ajoutée, on dame de nouveau, et ainsi de suite. Lorsque les cases sont pleines, on tasse encore fortement. Ceci est important, car de la dureté des briquettes, de leur homogénéité dépendront leur durée et leur bonne combustion.

Pour démouler, il suffit d'enlever les deux pièces de bois qui maintiennent les côtés ; ceux-ci, en tombant, libèrent les briquettes. Quelquefois, les planchettes adhèrent ; il faut alors les enlever avec la main.

Pour évaporer l'eau que contiennent les briquettes, on les empile, en ayant soin de ménager des espaces pour la circulation de l'air entre elles. La durée du séchage varie entre quinze jours et un mois, suivant le lieu où elles se trouvent. On obtient par ce procédé des briquettes pesant de 2 à 5 kilos.

On peut ainsi tirer parti des déchets qui se trouvent dans les caves ou des poussiers d'anthracite inutilisables dans les gazogènes.

Le prix de revient des briquettes est peu élevé ; on doit estimer la dépense pour l'agglomérant de 5 à 15 francs pour 1.000 kilos, et la main-d'œuvre de 12 à 15 francs. Une quinzaine de briquettes peuvent être obtenues à l'heure, et, comme on l'a vu, leur fabrication est si simple qu'elle est réellement à la portée de tout le monde.

MODE D'UTILISATION DU MOULE QUÉRAIT POUR BRIQUETTES

QU'ATTEND-ON POUR FAIRE DU PAPIER AVEC DE L'ALFA, DES ROSEAUX, ETC... ?

Par Achille COSTON

La pénurie de matières servant habituellement à fabriquer le papier se fait de plus en plus sentir. Et l'on pourrait, cependant, leur substituer ou leur adjoindre certaines plantes qui croissent en abondance ou certaines matières qu'il est aisé de se procurer. Tels sont, par exemple, la tourbe, les troncs de bananiers, les roseaux, le bambou, le maïs, le jonc, le genêt, le palmier nain, le papyrus, l'eucalyptus, l'alfa, les feuilles de certains arbres, etc.

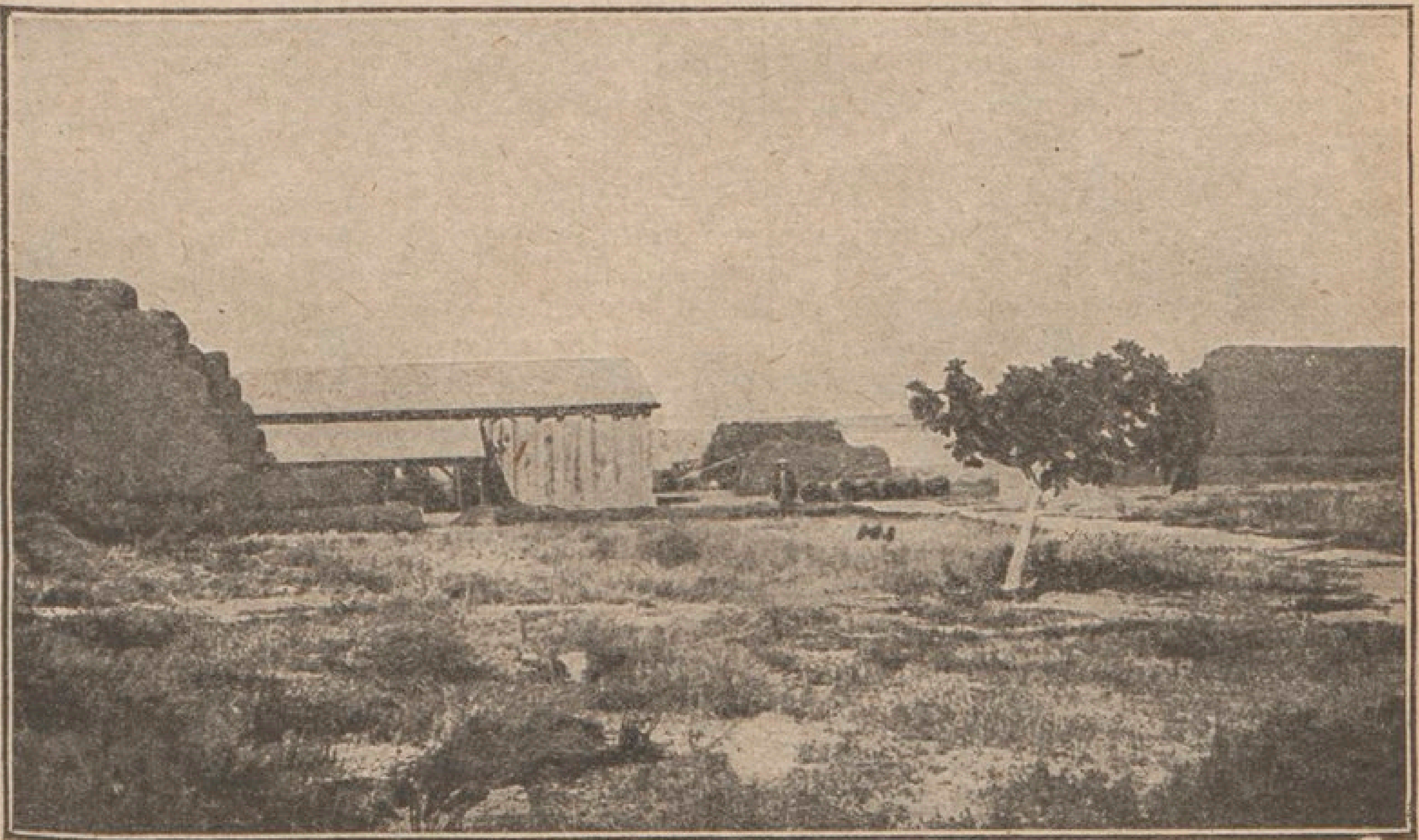
Nous possédons en France des centaines de mille hectares de roseaux dont le rendement peut être estimé à plus d'un million de tonnes. Les essais de fabrication effectués dernièrement ont été satisfaisants, et cependant nous laissons perdre toute cette précieuse matière première qui est à notre portée.

Certaines tourbières renferment une tourbe mousseuse propre à la fabrication du papier ; nous possédons des échantillons de carton et de papier de tourbe. En admettant que le rendement à la fabrication ne soit que de 30 à 40 %, un hectare de tourbière qui a 2 mètres de profondeur cube 20.000 mètres et donne 1.000 tonnes de tourbe sèche à l'hectare. Les 100 kilos de tourbe ne devant coûter que 2 à 3 francs environ, on voit l'économie ainsi réalisée et l'importance de cette ressource pour la papeterie, même en tablant sur deux tiers de déchet.

Un chimiste français assure que les algues marines — dont on extrait certains produits : iode, potasse, etc — peuvent, si elles sont bien choisies et traitées avec compétence, donner de la pâte à papier d'une certaine valeur marchande, et cela sans nécessiter de préparation trop longue ou difficile, et sans exiger d'appareils compliqués.

Dans l'Afrique du Nord croît en abondance l'alfa, dont les Anglais font une grande consommation, nous revendant ensuite le papier fin et léger qu'ils en obtiennent.

Nous importons des pâtes à papier étran-



VUE GÉNÉRALE D'UNE EXPLOITATION D'ALFA DANS LE NORD ALGÉRIEN

gères, mécaniques et chimiques, que l'on estime à plus de 450.000 tonnes par an. Les pâtes mécaniques qui, avant la guerre, coûtaient 13 francs les 100 kilos, valent maintenant de 70 à 90 francs ; quant aux pâtes chimiques, elles atteignent jusqu'à 150 francs.

On estime que, dans les Ardennes, par exemple, un hectare de taillis de vingt-cinq ans ne donne que 180 stères de bois, soit 60.000 kilos environ. On voit donc combien la production du bois est limitée, comparativement à celle des plantes. Un hectare d'alfa peut être récolté en quatre ou cinq jours par un seul homme ; on peut cueillir dans une journée 275 kilos d'alfa vert (220 kilos d'alfa sec), et des ouvriers arrivent même à en récolter jusqu'à 350 à 400 kilos dans le même temps.

C'est une question de vie ou de mort pour un pays d'exporter le plus possible et de diminuer ses importations. Nous avons là une richesse latente qu'il est de notre devoir d'exploiter, on ne saurait le dire trop haut.

Il faut bien remarquer que les usages de l'alfa ne sont pas limités à la seule fabrication du papier. On peut, au contraire, étendre et varier son utilisation à l'infini : tresses, cordages, où il peut être employé en remplacement du chanvre ; tapis, objets de chapellerie, de brosserie, de vannerie, etc... En ne considérant que l'industrie du carton comprimé, qui prend de plus en plus, en Amérique surtout, un développement extraordinaire, on se rend compte des mille emplois de l'alfa et de l'avenir qui lui est réservé.

Il sert actuellement à fabriquer des poupées, des jouets, des voiturettes d'enfants, des membres artificiels, et l'on envisage l'extension de son emploi dans la carrosserie automobile. On a pu en faire des théières, des seaux parfaitement imperméables, voire des tonneaux pouvant supporter une pression de 150 kilos au centimètre carré. Dans l'industrie du carton et dans celle du papier, l'utilisation de l'alfa serait d'un secours précieux. L'alfa possède les qualités essentielles d'une remarquable matière première : infini des approvisionnements, fixité du prix uniformité de rendement et de préparation.

Cette plante a servi, d'ailleurs, dès la plus haute antiquité, aux besoins domestiques des Phéniciens, puis à ceux des Romains, des Espagnols et des Arabes. Au huitième siècle, l'insuffisance du papyrus fit employer pour la fabrication du papier les fibres végétales qui furent plus tard supplantées par le chiffon.

Depuis 1862, les navires anglais qui apportent la houille en Algérie s'en retournent chargés d'alfa, réduisant ainsi au minimum les frais de transport. La première cargaison quitta Oran sur le bateau *Hippocampe*; deux ans après, l'Angleterre importait 4 000 tonnes d'alfa algérien ; en 1869, elle en achetait 32.000 tonnes, et en 1871, 54.000 tonnes. Depuis, la progression a continué : en 1904, les chiffres atteignaient 72.000 tonnes, et 85.000 tonnes en 1910. Par contre, on peut voir que les importations d'alfa n'ont pas augmenté dans la métropole française.

Les autres clients de notre grande colonie africaine sont : l'Espagne, la Belgique, l'Autriche, le Portugal ; la France ne vient

LES RÉGIONS ALFATIÈRES DE L'ALGÉRIE, DE LA TUNISIE ET DU MAROC

Elles sont indiquées sur cette carte par des hachures verticales et comportent 8 millions d'hectares.

CAMPEMENT D'ARABES ALGÉRIENS SE LIVRANT A LA CUEILLETTE DE L'ALFA

qu'ensuite, et l'on reconnaîtra, avec nous, que cela est profondément regrettable.

Une grande partie de l'alfa tunisien prend également la direction de la Grande-Bretagne. De 1907 à 1916, les exportations ont donné les chiffres qui figurent dans le tableau ci-dessous.

Ces intéressantes exportations ont été évaluées, pour la Tunisie seulement :

En 1907, à 4 millions de francs ;

En 1911, à 4.064.000 francs;

En 1912, à 4.201.000 francs, dont 3 millions 821.000 francs pour l'Angleterre.

Notre colonie et nos pays de protectorat du nord de l'Afrique possèdent des moissons inépuisables d'alfa. Dans la région des hauts plateaux, de Tanger jusqu'à Tripoli, à travers le Maroc, les trois départements algériens et la Tunisie, s'étend la *mer d'alfa*, bornée au nord par les forêts de la lisière du Tell.

On y trouve : l'alfa proprement dit (spart tenace) et le sennera, plus propre à la corderie. Dans toute cette étendue, le regard ne rencontre rien d'autre que le ciel et l'alfa.

La touffe d'alfa comprend trois éléments : la racine *(djeider)*, l'épi *(bous)*, et la feuille, qu'on utilise seule dans l'industrie.

C'est au printemps que commence la végétation ; on voit apparaître les tiges, puis les

ANNÉES	PAYS DE DESTINATION DE L'ALFA TUNISIEN				ALFA ALGÉRIEN
—	FRANCE	ANGLETERRE	AUTRES PAYS	TOTAUX	Exp^on sur l'Angleterre seulem^t
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
1907...	5.014	24.727	333	30.074	92. 722
1908...	2.874	38.413	347	41.634	87.827
1909...	3.090	45.159	228	48.477	77.093
1910...	3.519	34.943	372	38.834	85.205
1911...	4.210	46.281	306	50.794	94.181
1912...	3.864	47.765	385	52.514	110.491
1913...	4.716	43.394	1.209	49.319	104.218
1914...	2.441	53.924	1.265	57.630	—
1915...	296	31.583	454	32.333	—
1916...	35	23.535	362	23.932	—

LE PESAGE DE L'ALFA RÉCOLTÉ PAR LES TRAVAILLEURS INDIGÈNES

fleurs et les fruits, qui atteignent leur maturité en juillet. Les feuilles ont d'abord l'aspect d'un gazon très fin, puis elles se développent, s'enroulent sur leurs bords et prennent un aspect velu dû au duvet qui les recouvre. Lorsqu'elle est développée, la touffe d'alfa rappelle l'avoine ; la hauteur de sa tige peut atteindre un mètre ; le bel épi qui la termine mesure environ 20 centimètres.

La cueillette en est faite en grande partie par les indigènes, auxquels se joignent des Espagnols. On a calculé que, pour recueillir 100.000 tonnes d'alfa, il faut 7.000 travailleurs s'employant dix heures par jour.

La récolte se poursuit de juillet à octobre, alors que les feuilles sont dans les conditions de souplesse qui donneront le meilleur rendement. Plus tôt, elles ne sont pas assez mûres ; plus tard, elles deviennent cassantes. De plus, les pluies détrempant le sol, si l'on récolte dans une saison avancée, on ne peut éviter l'arrachage de la racine, ce qui a pour effet de dénuder le sol et de le rendre stérile.

L'Arabe apporte sa provision, on la pèse et on l'achète. Parfois, une pierre se trouve dans la charge, mais, après discussion, on parvient généralement à s'entendre. Le travail des Espagnols est généralement plus rapide et beaucoup plus soigné.

L'alfa se reproduisant spontanément, on compte qu'une exploitation bien conduite peut durer plus de cinquante ans sans diminution sensible de qualité ou de quantité.

L'acheteur fait trier l'alfa, dont les feuilles. coupées et mises en bottes, sont séchées puis disposées en meules. On leur fait ensuite subir un pressage spécial pour en former des balles qu'on expédie sur la côte, cerclées de fer et pesant chacune 150 kilos environ.

D'après les statistiques très exactes dressées par le gouvernement général de l'Algérie, les surfaces alfatières de la colonie atteignent 5 millions d'hectares au moins, dont une grande partie est inexploitée. Les terrains domaniaux se répartissent ainsi :

Territoire du nord....	938.048	hectares.
Alger	136.314	—
Constantine	1.161.291	—
Territoire du sud.....	1.600.000	—

Sur les hauts plateaux, le rendement d'un hectare est d'environ 1.800 kilos de produits verts de bonne qualité, plus d'une tonne après séchage et triage. La Tunisie compte un million et demi d'hectares, pouvant fournir, chaque année, 300.000 tonnes. Actuellement, le rendement n'est que de 50.000 tonnes, ce qui est d'une rare faiblesse

L'exploitation des zones d'alfa ne change rien aux conditions d'existence des troupeaux. Il est à remarquer, en effet, que si le bœuf mange l'épi vert de l'alfa, tout en ne

INDIGÈNES VENANT A LA PAYE SUR UNE EXPLOITATION ALFATIÈRE ALGÉRIENNE

s'attaquant jamais à la racine, le mouton à un dégoût tel pour cette plante qu'on a vu, en temps de sécheresse où l'on ne rencontre pas un brin d'herbe, où l'alfa seul est vert, des troupeaux périr plutôt que de le brouter.

Pour fabriquer de la pâte d'alfa, on hache la plante après un tri sérieux et on en enlève par blutage les matières étrangères. Ensuite, dans un lessiveur rotatif, à une haute température, on la désagrège avec de la soude caustique, puis on extrait le liquide dans lequel elle baigne, soit qu'on puisse le déverser dans une rivière, soit qu'on l'évapore dans un four spécial, le four Porion. Avec le résidu, il est possible de reproduire de la soude caustique en la traitant par la chaux.

L'alfa est alors lavé, broyé au moyen de meules ou piles, séché dans une essoreuse rotative et blanchi avec du chlorure de chaux. La pâte est soigneusement lavée et séchée, et on peut alors l'utiliser pour la fabrication du papier ou du carton. Le rendement en pâte représente 45 % environ du poids de la matière première.

Un procédé spécial permet de traiter l'alfa à froid ; son inventeur, M. Vessier, estime qu'on peut ainsi obtenir, outre la diminution de consommation du charbon, une réduction de matériel et de main-d'œuvre, avec un rendement supérieur. La force motrice nécessaire n'est que de 5 à 6 chevaux pour fabriquer 1.000 kilos de pâte en vingt-quatre heures, dit-il. 150 kilos d'alfa brut lui donneraient, grâce à cette méthode économique, 100 kilos de pâte blanche et sèche.

Par suite de progrès réalisés récemment, il résulte que le traitement des matières végétales peut se faire à l'air libre, à chaud mais sans pression, ce qui procure une grosse économie de combustible. Ce traitement a lieu dans la pile aussi bien que dans une cuve en maçonnerie, en employant la soude caustique à raison de 6 à 12 %, suivant la matière à traiter, à une température de 80° environ. Le lessivage dure de quatre à cinq heures, après que les matières végétales ont subi un traitement préalable.

Si l'on supprime la pression, il faut augmenter la quantité de soude ; mais, en employant les mêmes bains, le prix de revient se trouve maintenu à un taux raisonnable, très avantageux pour l'industrie.

Le lessivage peut se faire également au phénate de soude et au savon de pétrole. Ceci est intéressant en raison de la découverte des gisements de pétrole algériens.

Le prix de l'alfa brut, qui est peu élevé, s'augmente du prix de son transport. On a pu calculer qu'un quintal expédié de Géryville reviendrait, quai Arzew, à 5 fr. 50 ; de la région de Tiaret, quai Mostaganem, il coûterait 9 fr. 20 ; quai Alger, lorsque le

chemin de fer de Djelfa atteindra la région alfatière, il s'obtiendra pour 6 à 7 francs.

En Tunisie, le prix de revient, avant la guerre, était approximativement :

De 6 fr. à 6 fr. 50 les 100 kg. quai Sousse ;
De 5 fr. à 5 fr. 50 — quai Sfax ;
De 6 fr. à 6 fr. 50 — quai La Skira ;
De 3 fr. à 3 fr. 50 — quai Gabès.

En calculant, même d'une façon assez pessimiste, on peut tabler que les glaneurs indigènes ne demandent, pour 1.000 kg.

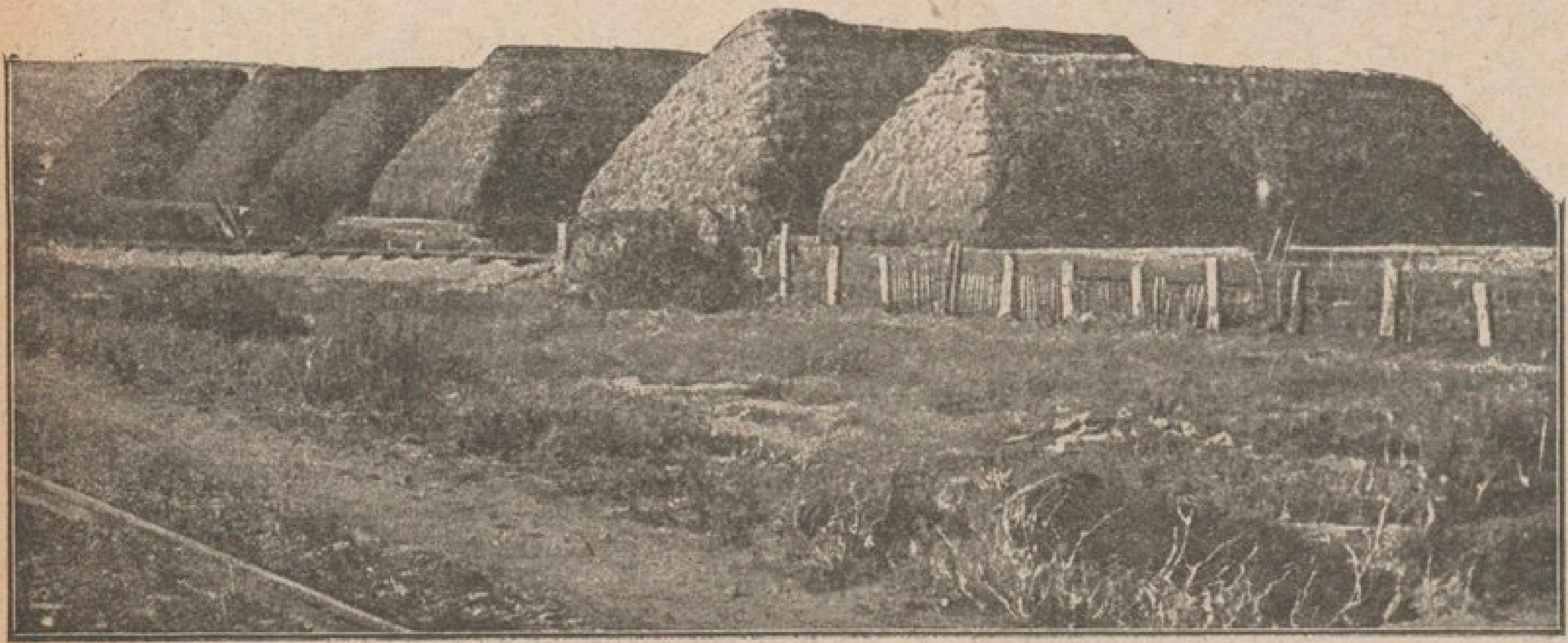
que *(Prix d'avant-guerre)*	Fr.	30
Les acheteurs supportent les déchets, comme le trieur, le sécheur, etc.	Fr.	15
Transport : 0 fr. 50 la tonne au kilom. pour 60 kilom. environ........	Fr.	30
Total...............	Fr.	75

tions minières, de 2 francs à 2 fr. 50 par jour ; on considère que les salaires ont augmenté de 50 %, mais ils sont bien inférieurs à ceux qu'on paye en France.

Il faut choisir, pour l'établissement d'usines à papier ou à carton d'alfa, un endroit possédant des commodités de transport pour amener les matières premières, le charbon, les produits chimiques ; et de l'eau en quantité suffisante. Là est la difficulté.

Un kilogramme de papier demande, pour sa transformation, environ 1 kg. 400 de charbon : c'est la grosse dépense en papeterie. Elle se trouve bien diminuée lorsqu'une chute d'eau fournit une partie de la force motrice nécessaire et si l'on utilise des gazogènes à bois et moteurs à gaz pauvre.

La pâte d'alfa blanchie, — qu'elle soit



MEULES D'ALFA PRÊTES A ÊTRE EMBARQUÉES, A ARZEW (ALGÉRIE)

Mais il faut ajouter la dépense du fret à ces chiffres. En 1916, sur Londres, le fret était de 95 francs ; sur Marseille, on peut l'évaluer aujourd'hui de 75 à 95 francs.

L'alfa est une marchandise légère qui peut être transportée avec le minimum de dépenses, conjointement avec un fret lourd. De plus, les bateaux qui viendront de nos ports algériens chargés d'alfa pourront y retourner chargés de marchandises françaises, ce qui est un autre avantage.

Mais, pour la consommation de l'Algérie, il n'y a pas d'intérêt à faire venir l'alfa en France et à réexpédier le papier, en raison du transport qui, actuellement, dépasse, aller et retour, 200 francs la tonne.

Pour les objets en carton comprimé, l'Algérie est bien placée pour transformer sur place, la main-d'œuvre y étant bon marché. Avant la guerre, les manœuvres indigènes se payaient, dans les exploita-

fabriquée en France ou en Algérie, — restera une pâte relativement chère, bien qu'actuellement elle coûterait meilleur marché que les pâtes de bois importées. Pour que cette industrie se développe, il faut que les acheteurs préfèrent la qualité au bon marché, que la spéculation ne s'en mêle pas et que les usines soient situées dans des endroits favorables, et surtout bien dirigées.

Le gouvernement général de l'Algérie secondant les initiatives privées, dans l'intérêt de notre colonie, il est hors de doute qu'on arriverait à solutionner cette question importante de l'utilisation des fibres végétales, qui serait une source de nouvelles richesses non seulement pour notre vieille colonie africaine, mais encore pour la Tunisie et le Maroc, où tant d'initiatives heureuses se sont déjà manifestées.

Achille Coston.

(Clichés Germain Manent et Cie, Alger.)

LES A-COTÉS DE LA SCIENCE

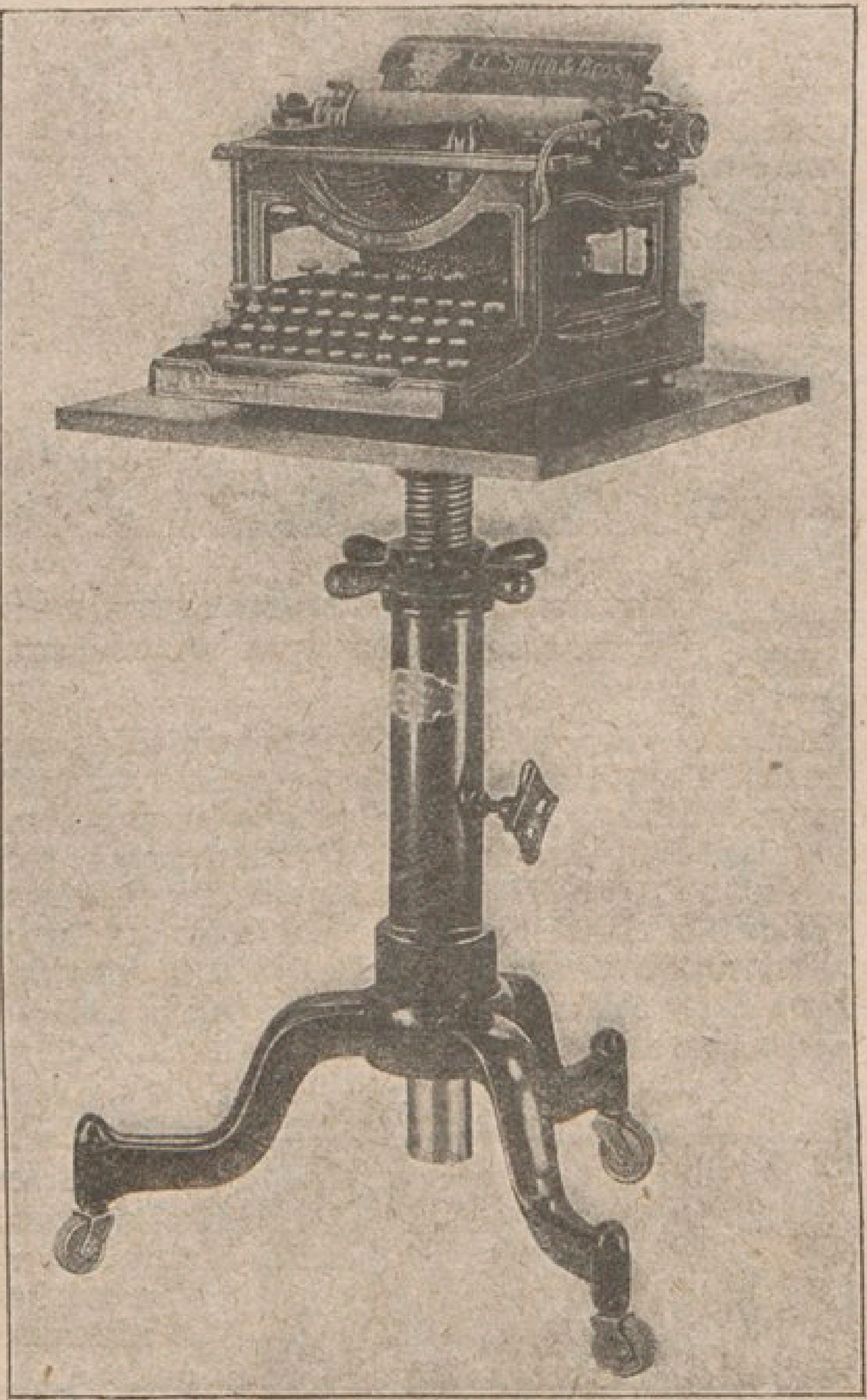
INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Support de machine à écrire.

Placée sur un bureau, la machine à écrire est toujours gênante, et par la place qu'elle y occupe, même quand elle n'est pas employée, et par la nécessité de la transporter chaque fois qu'on veut s'en servir ou, au contraire, momentanément la reléguer dans un coin. C'est ce qui a conduit soit à la poser à demeure sur une table ne servant qu'à cet usage, soit à utiliser un bureau spécial muni d'une bascule permettant de faire disparaître la machine dans l'intérieur du meuble lorsqu'on n'a plus besoin de s'en servir. Dans le premier cas, il faut se déranger chaque fois qu'on désire dactylographier, et faire usage d'un siège spécial à élévation variable, pour la commodité des personnes de différentes tailles ; dans le second, il est nécessaire de répéter fréquemment la manœuvre de la bascule et de rétablir chaque fois l'ordre des objets placés sur le bureau. En outre, la machine ne peut être employée que là où elle est fixée.

Tous ces inconvénients, qui se traduisent par des pertes de temps que leur répétition rend appréciables, justifient l'apparition d'un nouveau support qui permet d'élever ou d'abaisser la machine (la photographie montre clairement de quelle manière) à la hauteur de n'importe quel bureau et, par conséquent, de ne jamais changer de siège. D'autre part, les roulettes qui garnissent les pieds du support permettent de déplacer celui-ci avec aisance et, par conséquent, à plusieurs employés d'utiliser la même machine, au fur et à mesure de ses disponibilités, sans avoir besoin de la transporter à la main ou de se relayer à la table.



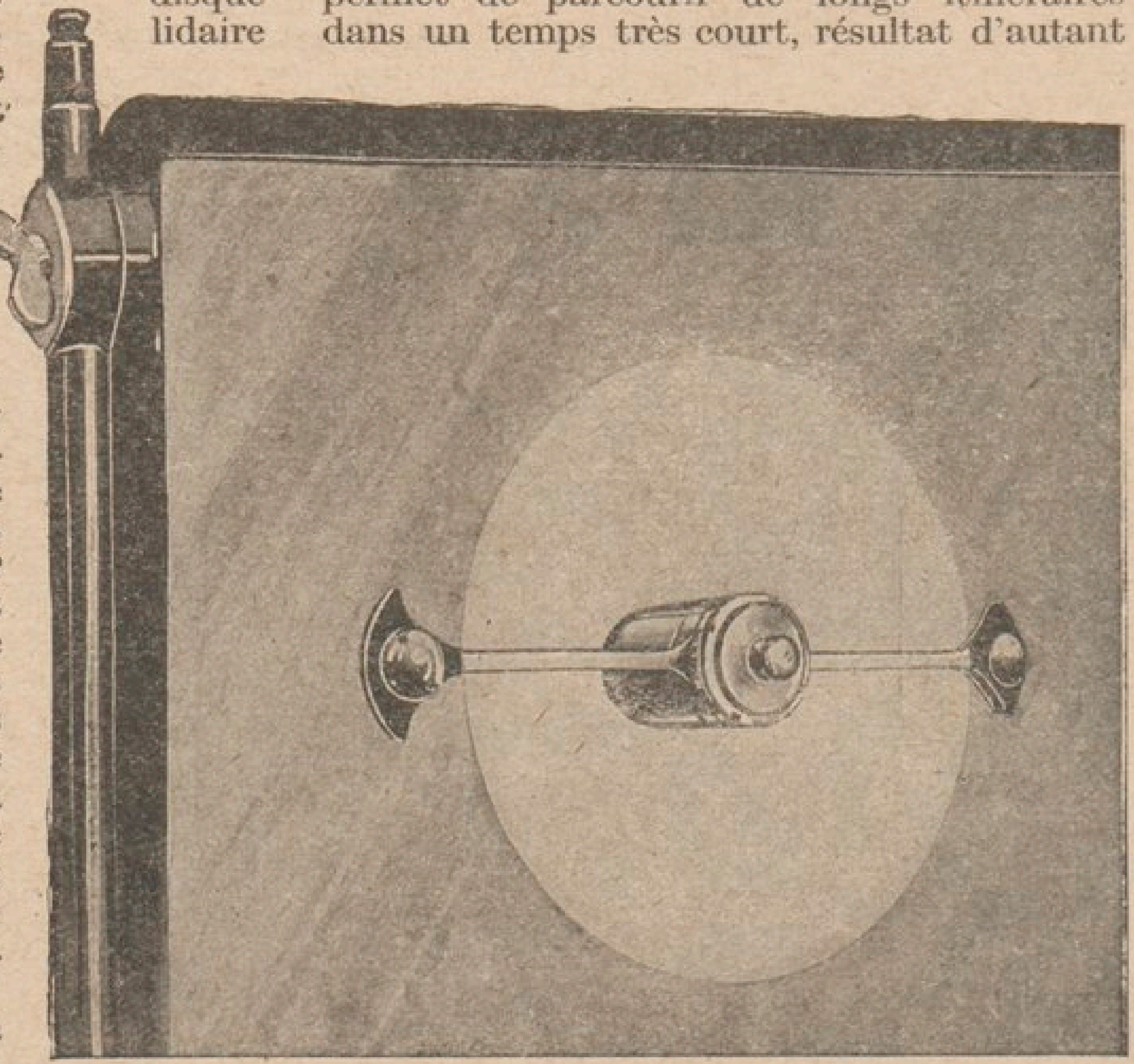
LA MACHINE A ÉCRIRE TRANSPORTÉE LA OU IL FAUT ET PLACÉE A LA HAUTEUR VOULUE

Ce nouveau support évite d'avoir à transférer la machine ou de se relayer à la même table : il permet de régler, presque instantanément, la hauteur à laquelle on désire travailler sur le clavier.

Pour toujours bien voir à travers la glace du pare-brise.

Nous avons déjà eu plusieurs fois l'occasion de décrire des dispositifs ayant pour objet de permettre aux conducteurs d'automobiles de toujours bien voir la route à travers la glace du pare-brise, nonobstant la poussière, la pluie, la neige, et occasionnellement le givre, qui, trop souvent, en diminuent la transparence au point de rendre très dangereuse la conduite de la voiture. Tous ces dispositifs ont, jusqu'ici, prétendu atteindre ce but par un essuyage de la glace réalisé de différentes manières, mais nécessitant toujours l'intervention du chauffeur et ne pouvant être, par conséquent, qu'intermittent. Tout différent est un disposi-

tif inventé récemment aux Etats-Unis. Ce dispositif se compose d'un disque en verre découpé dans la glace du pare-brise du côté faisant face au conducteur. Ce disque est, par son centre, rendu solidaire de l'axe d'un moteur électrique miniature dont la vitesse peut atteindre 2.000 tours par minute. Le moteur est si petit et son poids si faible, que l'ensemble peut être fixé à la glace même du pare-brise. Lorsque le disque tourne à la vitesse mentionnée, *rien* ne saurait se déposer sur sa surface, la force centrifuge développée étant telle que les plus petites particules de poussière venant frapper le disque sont immédiatement rejetées de côté ; il en est de même, à plus forte raison, des gouttes d'eau et des flocons de neige. Le moteur emprunte le courant nécessaire à son fonctionnement à la batterie d'accumulateurs de la voiture ; on conçoit que sa consommation soit extrêmement faible.



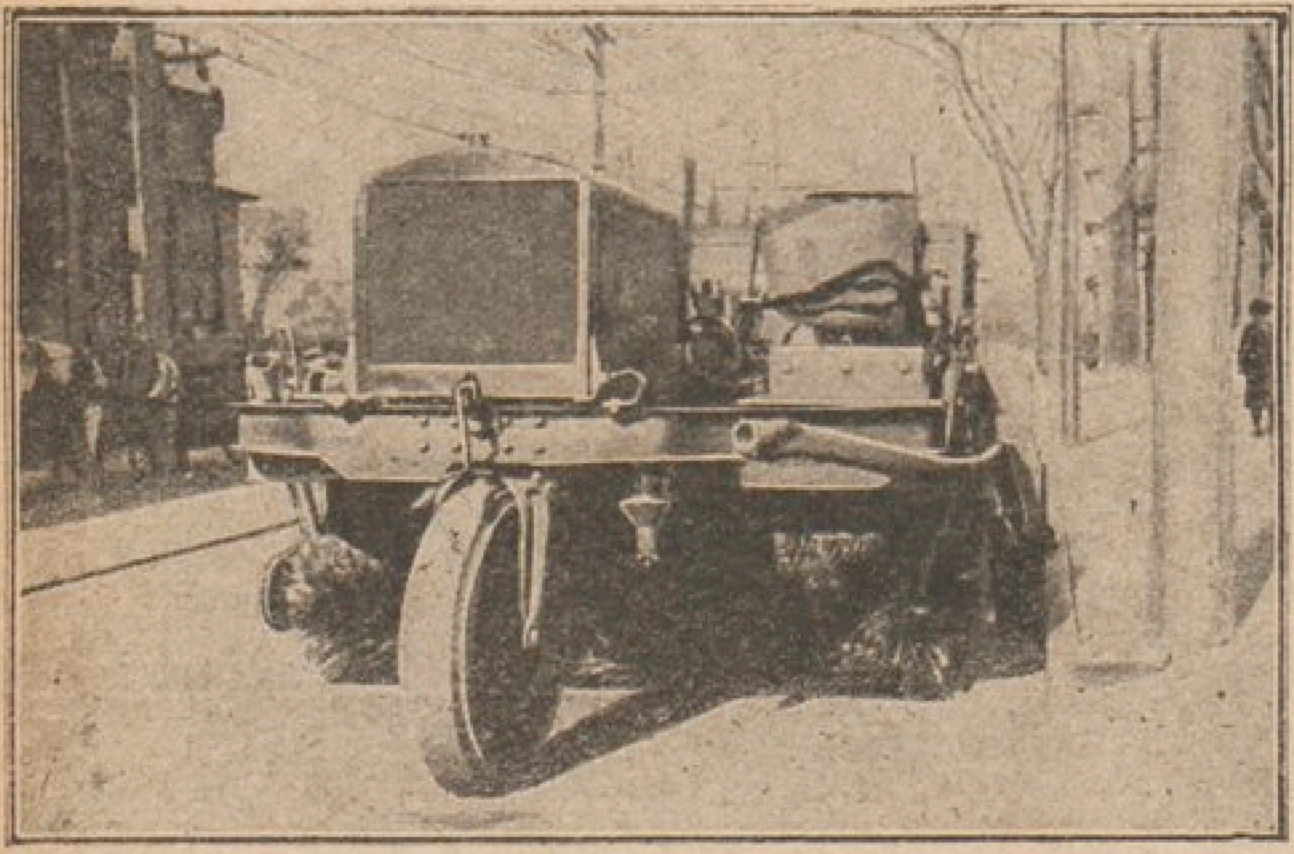
DISPOSITIF PERMETTANT A UNE PORTION DE LA GLACE DU PARE-BRISE D'UNE AUTO DE DEMEURER TOUJOURS PROPRE

Balayeuse automatique à trois roues.

Elle a fait récemment son apparition aux Etats-Unis. L'espacement des roues arrière et la distribution des poids lui assurent une parfaite stabilité. Par ailleurs, il est évident qu'une seule roue à l'avant procure plusieurs avantages, comme de faciliter la manœuvre du volant de direction et les girations du véhicule dans les voies très fréquentées ou dans les rues étroites ; de simplifier l'attelage et, par suite, de diminuer son poids, son prix et sa consommation d'essence. Les balayeuses de ce genre sont en même temps arroseuses et sont douées d'une vitesse relativement grande qui leur permet de parcourir de longs itinéraires dans un temps très court, résultat d'autant plus appréciable que, plus ces véhicules effectuent leur travail rapidement, moins ils gênent la circulation. Le moteur employé a 40 chevaux de puissance ; il actionne la pompe à air qui fournit la pression nécessaire pour les quatre jets arroseurs.

Disons à propos de cette machine américaine, évidemment fort intéressante, qu'il existe en France, et plus particulièrement à Paris, des balayeuses mécaniques automobiles qui projettent de l'eau sur leur passage pour abattre la poussière et que la capitale française est également pourvue d'arroseuses sans chevaux qui fonctionnent parfaitement.

Phot. A.-C. Lescarboura.

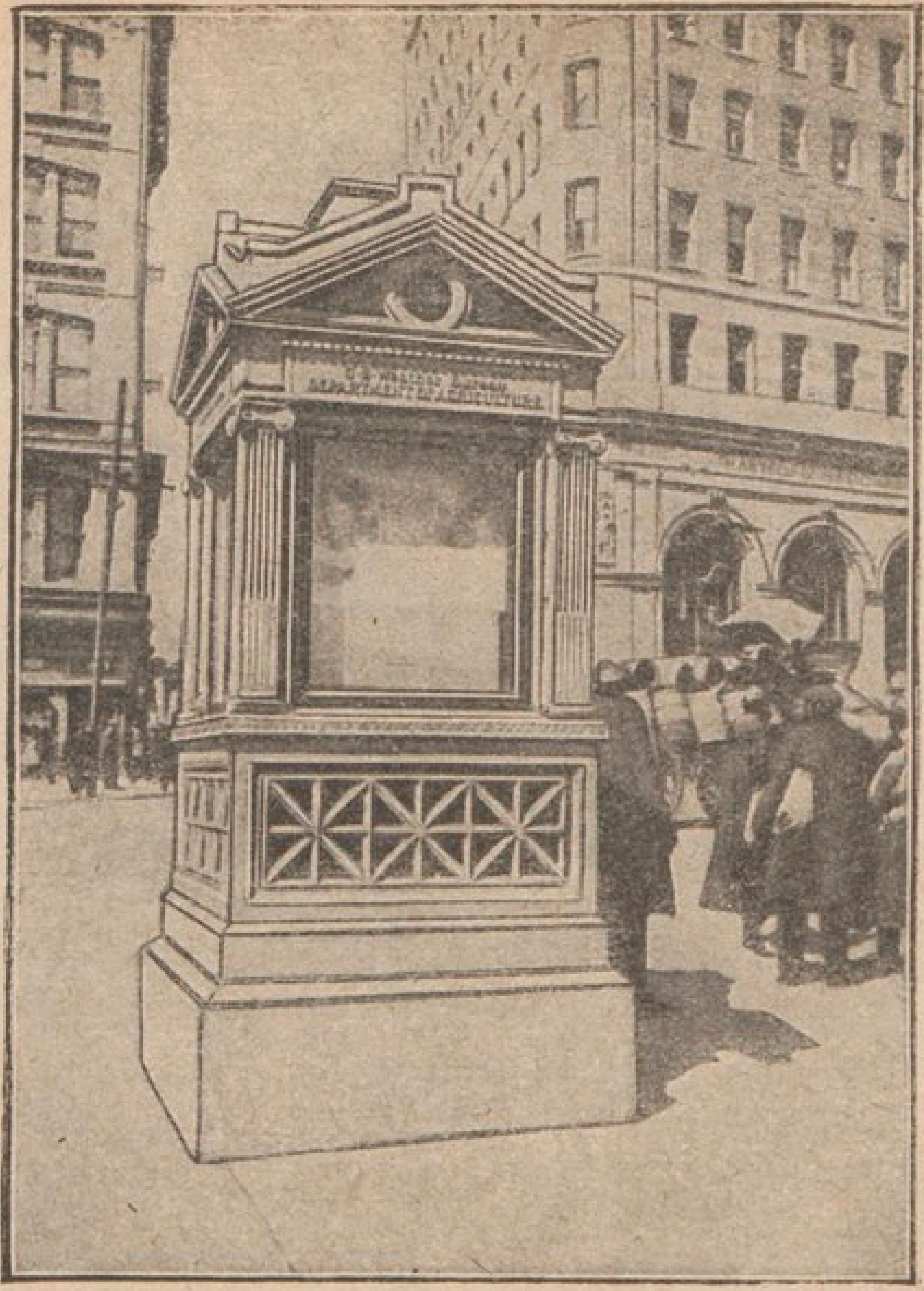


LA MACHINE AUTOMOBILE A BALAYER ET A ARROSER

Quel temps fera-t-il demain ?

C'est là une question que les habitants de tous les pays se posent fréquemment, mais qu'on résout avec un rare bonheur aux Etats-Unis. Dans les principales villes d'Amérique, les journaux publient quotidiennement, comme en France, d'ailleurs, les prévisions météorologiques du lendemain, mais ces

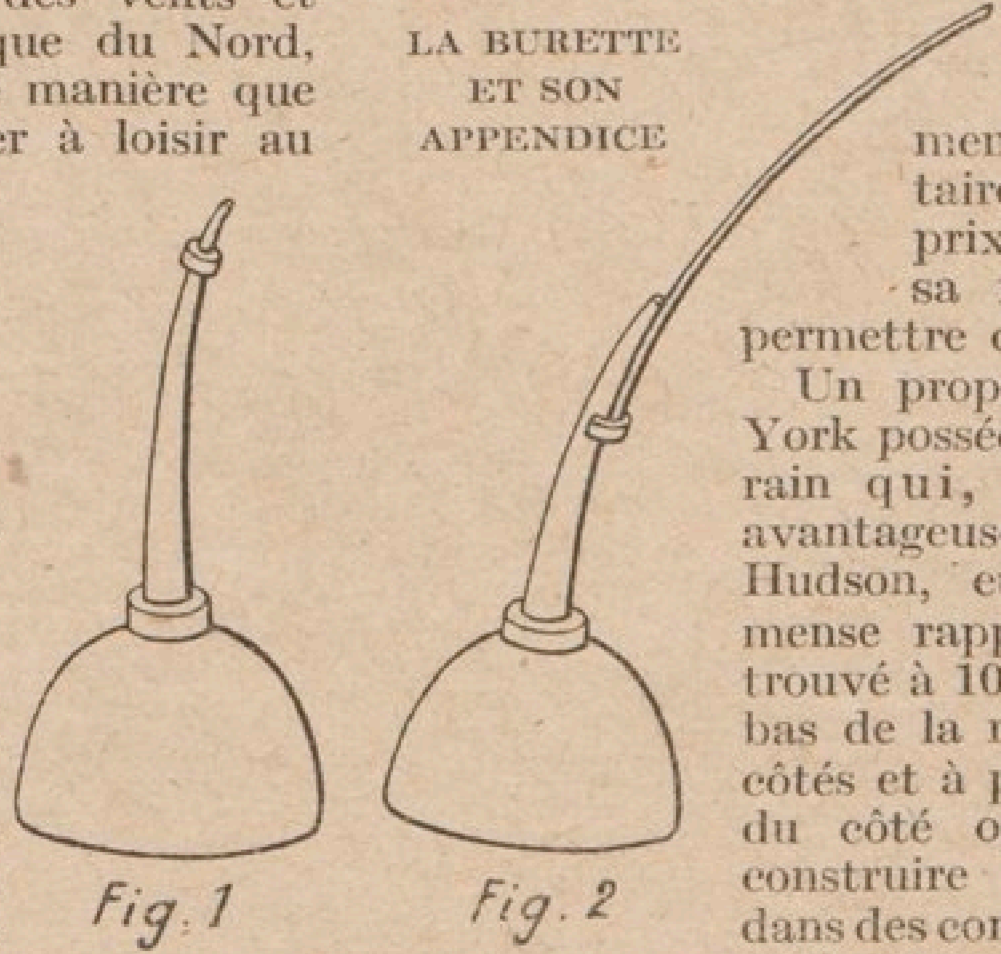
prévisions sont basées sur des données précises puisées « en dernière heure » à des sources où n'est nullement pratiqué l'art de la devinette. Le résultat est que le lecteur est très rarement déçu sur les conditions atmosphériques qu'il avait intérêt à connaître la veille. L'efficacité de ce service de renseignements gratuits tient tout entière dans la multiplicité des stations qu'a établies le Bureau météorologique américain, lequel est judicieusement rattaché au ministère de l'Agriculture et très largement subventionné. Pour compléter les indications publiées chaque jour dans les journaux, le « Bureau du Temps » a érigé dans les principales villes des Etats-Unis, au centre d'une place publique, de petits kiosques, non dépourvus d'esthétique, renfermant un jeu complet d'instruments indicateurs tels qu'un thermographe, plusieurs thermomètres, un baromètre anéroïde enregistreur, un hydromètre, un chronomètre, des cartes des vents et même une carte de l'Amérique du Nord, tous disposés bien en vue, de manière que le passant puisse les consulter à loisir au travers des glaces qui les protègent et déduire de leurs indications des prévisions météorologiques rationnelles.


UN KIOSQUE DU « BUREAU DU TEMPS »

Comment on peut perfectionner une burette à huile.

Il arrive souvent que, s'engageant trop profondément dans le trou de graissage d'une pièce de machine en mouvement, l'extrémité de la burette est déformée et ne laisse plus passer l'huile. Dans ce cas, il faut redresser la partie endommagée, ce qui oblige parfois à refaire la soudure du col à la pointe. Ne serait-il pas plus sage, pour éviter cet inconvénient, de souder ou serrer à force sur le col de la burette, à quelques millimètres de la pointe, un petit butoir constitué, par exemple, par un écrou ou une rondelle de diamètre approprié. (Voir fig. 1 du dessin.)

Lorsque, d'autre part, on ne dispose, pour graisser des pièces d'accès difficile, que d'une burette trop courte de col, il suffit de souder ou d'attacher à ce col un fil métallique un peu gros pour que l'huile, empruntant ce chemin improvisé, parvienne aux organes à lubrifier (voir la figure 2).

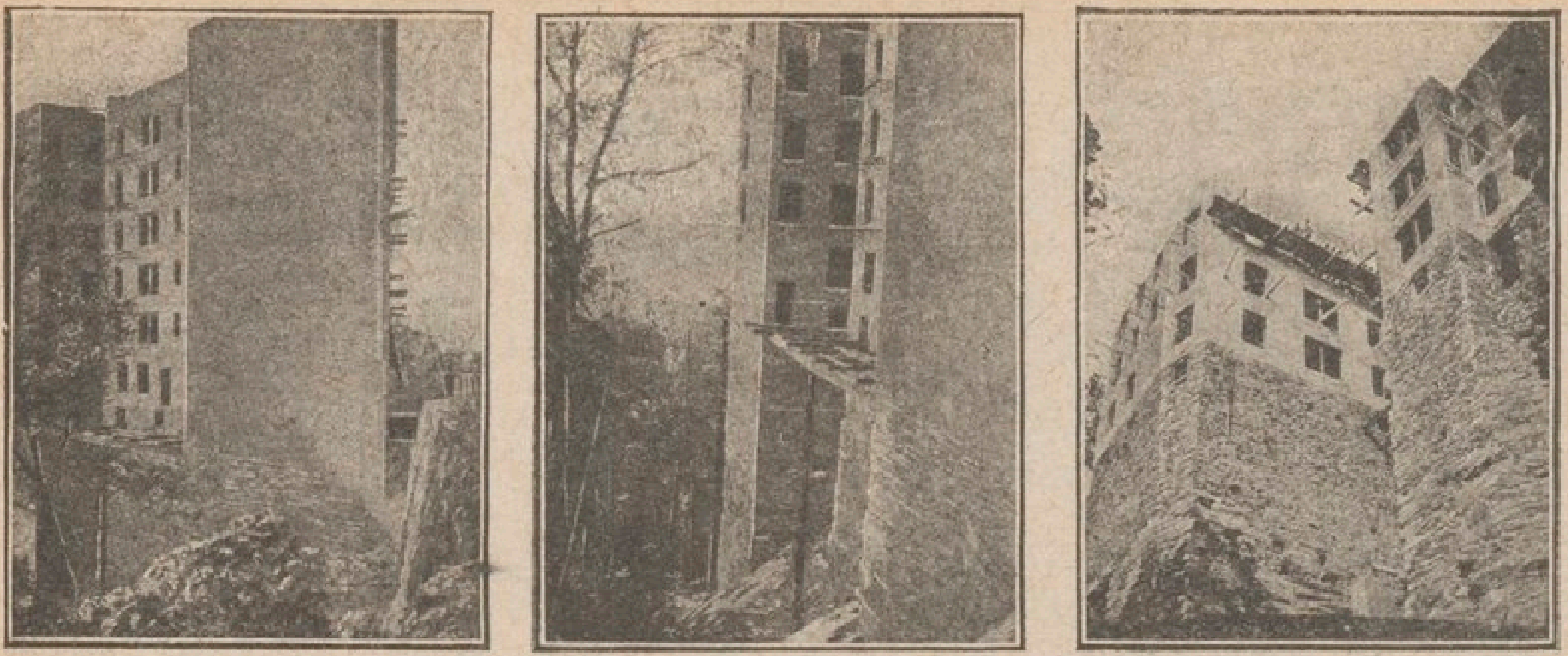


LA BURETTE ET SON APPENDICE

Pour tirer parti d'un mauvais terrain.

Dans les villes importantes et où le commerce et l'industrie fixent une population très dense, le moindre morceau de terrain bien situé peut avoir une valeur considérable, souvent de beaucoup supérieure à celle de l'immeuble qu'il supportera un jour. Pour rester inutilisé, il faut vraiment que son propriétaire en demande un prix exorbitant ou que sa nature ne puisse permettre de bâtir dessus.

Un propriétaire de New-York possédait un lot de terrain qui, par sa situation avantageuse auprès du fleuve Hudson, eût été d'un immense rapport s'il ne s'était trouvé à 10 mètres en contre-bas de la rue sur un de ses côtés et à plus de 23 mètres, du côté opposé. Comment construire l'immeuble rêvé dans des conditions aussi désavantageuses? Combler cette profonde dépression eût été extrêmement coûteux en raison de la difficulté d'amener à pied d'œuvre la terre et les pierres nécessaires au remblayage. Ce lot de terrain resta



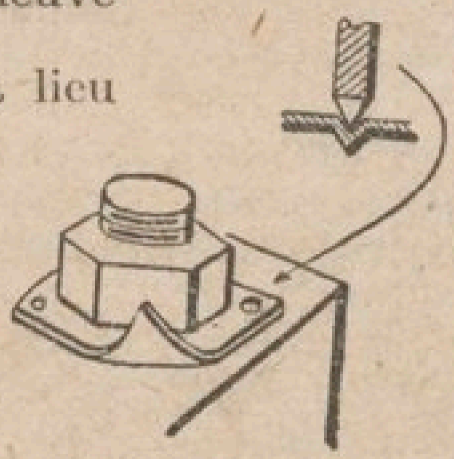
QUELQUES ASPECTS DE LA MAISON DONT LES FONDATIONS ONT 23 MÈTRES DE HAUTEUR

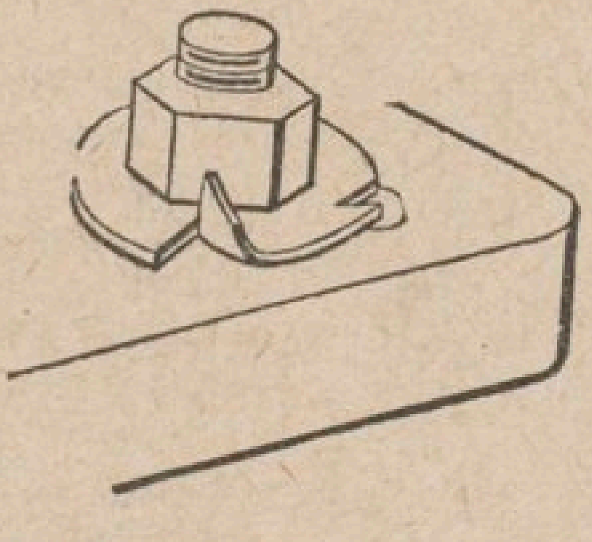
donc un ravin jusqu'à ce que son infortuné propriétaire résolût de construire sa maison coûte que coûte. Pour vaincre l'obstacle, il fit tout simplement élever les fondations de l'immeuble jusqu'au niveau de la rue, c'est-à-dire qu'il fit bâtir des murs de soutènement ayant 10 mètres de hauteur du côté de la façade et 23 mètres de l'autre côté. La maison proprement dite couronna cette construction et s'éleva sur six étages, ce qui fait que, du côté opposé à la rue, les locataires du sixième se trouvent à plus de 40 mètres au-dessus du sol. Quand on l'observe de la partie la plus basse du terrain, l'immeuble semble une forteresse neuve bâtie au sommet d'un rocher.

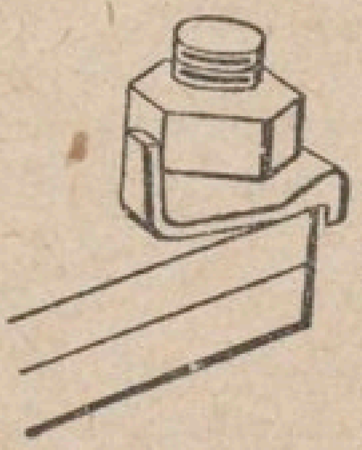
Tout compte fait, le propriétaire a lieu d'être satisfait de son audacieuse entreprise, car le surcroît de dépenses que lui a occasionné l'édification des murailles de soutien sera rapidement amorti par le rapport de son immeuble dont l'originalité sera la meilleure publicité. Gageons que les locataires ne se plaindront sûrement pas d'avoir des caves trop exiguës !

Pour empêcher l'écrou de se desserrer.

Voici trois moyens très simples de verrouiller un écrou en position quand on craint que les vibrations auxquelles il peut être soumis ne compromettent sa tenue. Ce verrouillage est réalisé dans les trois méthodes par la rondelle intermédiaire. Le dessin du haut nous montre cette rondelle immobilisée contre la machine, la plaque, etc., par un fort coup de poinçon à deux de ses angles ; une fois l'écrou serré à fond, un troisième angle de cette rondelle est replié vers le haut de manière à porter contre une des faces de l'écrou, lequel à son tour est immobilisé. Les deux autres méthodes illustrées par les dessins de gauche et de droite ne sont que des variantes de la première ; l'immobilisation de l'écrou y est réalisée à peu près de la même manière ; quant à l'immobilisation propre de la rondelle, elle est obtenue dans le premier cas (dessin de gauche) par une entaille qui permet de replier dans un petit trou un angle de la rondelle, et, dans le second cas (dessin de droite) par un coude à angle droit portant contre une face verticale de la plaque, de la machine ou de tout autre objet.





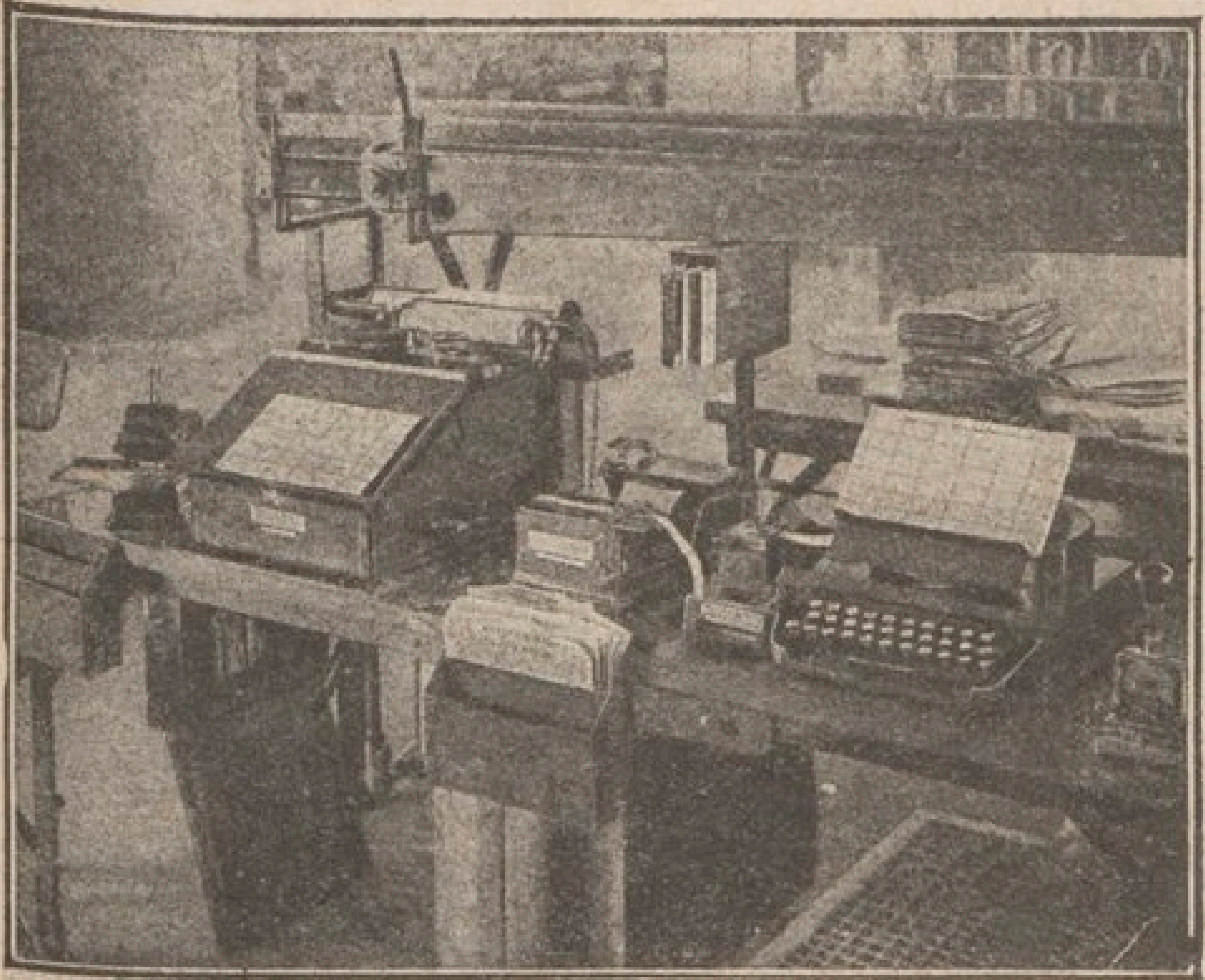


LES TROIS SYSTÈMES POUR IMMOBILISER UN ÉCROU

Des télégrammes qui se dactylographient tout seuls au moment de leur réception.

Une grande compagnie américaine de télégraphie installe depuis quelque temps dans ses principaux bureaux des appareils qui simplifient grandement la transmission et la réception des télégrammes. Ces appareils sont de deux sortes : récepteurs et transmetteurs. Les premiers comme les seconds comportent une machine à écrire ; celle de l'appareil transmetteur enregistre automatiquement et synchroniquement les lettres frappées (mais non écrites comme on le verra plus loin) par

celle de l'appareil transmetteur ; il n'est donc besoin, pour envoyer les télégrammes, que de dactylographes commerciales. Au lieu, cependant, d'écrire au moyen de caractères,



LES NOUVEAUX APPAREILS TÉLÉGRAPHIQUES ; A DROITE, LE TRANSMETTEUR ; A GAUCHE, LE RÉCEPTEUR

la machine du poste transmetteur perfore, à la façon des stencil duplicateurs ou mieux des rouleaux de musique pour pianos mécaniques, une bande de papier, suivant une disposition particulière à chaque lettre de l'alphabet ou signe de ponctuation. Cette bande passe ensuite dans un second appareil qui transforme chaque série de perforations en un signal électrique, lequel, au poste de réception, est automatiquement transformé à son tour par le mécanisme de commande électrique de la machine à écrire faisant partie intégrante de l'appareil récepteur. Cette machine enregistre donc automatiquement, et avec une grande sûreré, non pas des points mais les lettres mêmes du message.

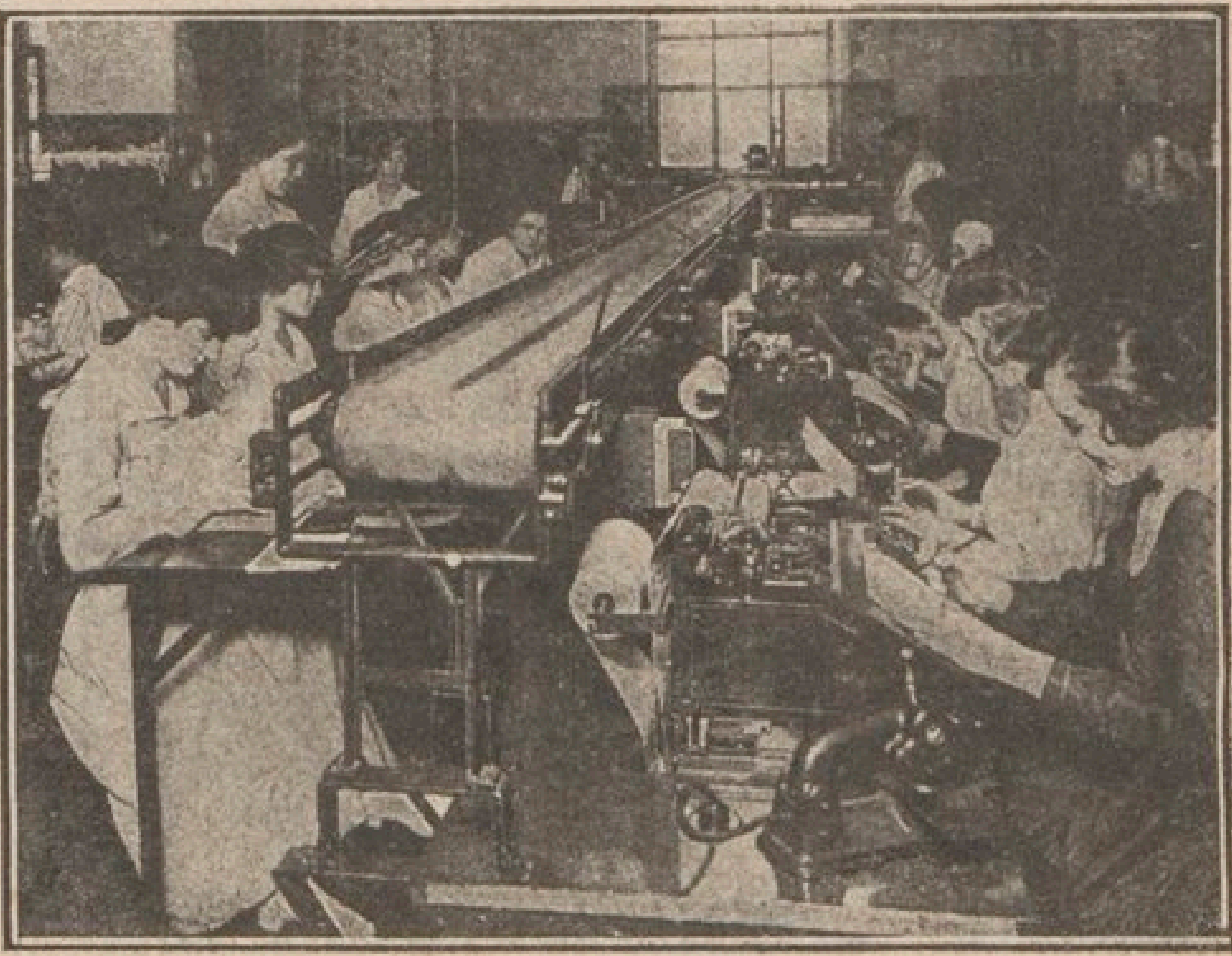
La nouvelle méthode, qui fonctionne très bien, permet d'envoyer et de recevoir sur la même ligne quatre télégrammes en même temps. Elle constitue donc un progrès technique très important qui, à lui seul, justifierait son adoption : mais, dans les temps actuels, elle offre, en outre, un avantage d'une portée plus grande ; elle emprunte, en effet, un caractère d'utilité nationale en ce sens qu'elle permet d'envoyer aux armées les opérateurs masculins que leur expérience rendait, jusqu'ici, indispensables à l'exploitation des réseaux télégraphiques. Les connaissances spéciales de ce personnel ne sont d'ailleurs pas perdues pour cela, car, de télégraphistes civils, ces opérateurs deviennent télégraphistes militaires enrôlés dans le *Signal Corps*.

L'une de nos photographies montre une rangée des appareils nouveaux dont trois transmettent et trois autres reçoivent en même temps sur la même ligne. Dans l'autre photographie, les jeunes filles que nous voyons au travail timbrent et enregistrent les télégrammes reçus puis les placent sur le chemin de roulement qui sépare les deux équipes d'employées. Ce chemin les déverse tous, au bout de la salle, sur une table où viennent les recueillir des employées chargées d'assurer leur délivrance aux destinataires.

Les baleines du Cap ont leurs wagons spéciaux.

On pêche dans les mers australes, au sud du continent africain, des baleines, de véritables monstres dont le poids atteint souvent 75.000 kilogrammes pour une longueur d'environ vingt mètres.

Au lieu de dépecer immédiatement leurs prises, les pêcheurs qui croisent aux environs du cap de Bonne-Espérance préfèrent débarquer les bêtes entières pour les expédier ensuite dans des usines où on utilise la peau, les fanons, l'huile et la graisse des cétacés.



UN BUREAU TÉLÉGRAPHIQUE AMÉRICAIN DOTÉ DES NOUVEAUX APPAREILS

L'administration des chemins de fer de la

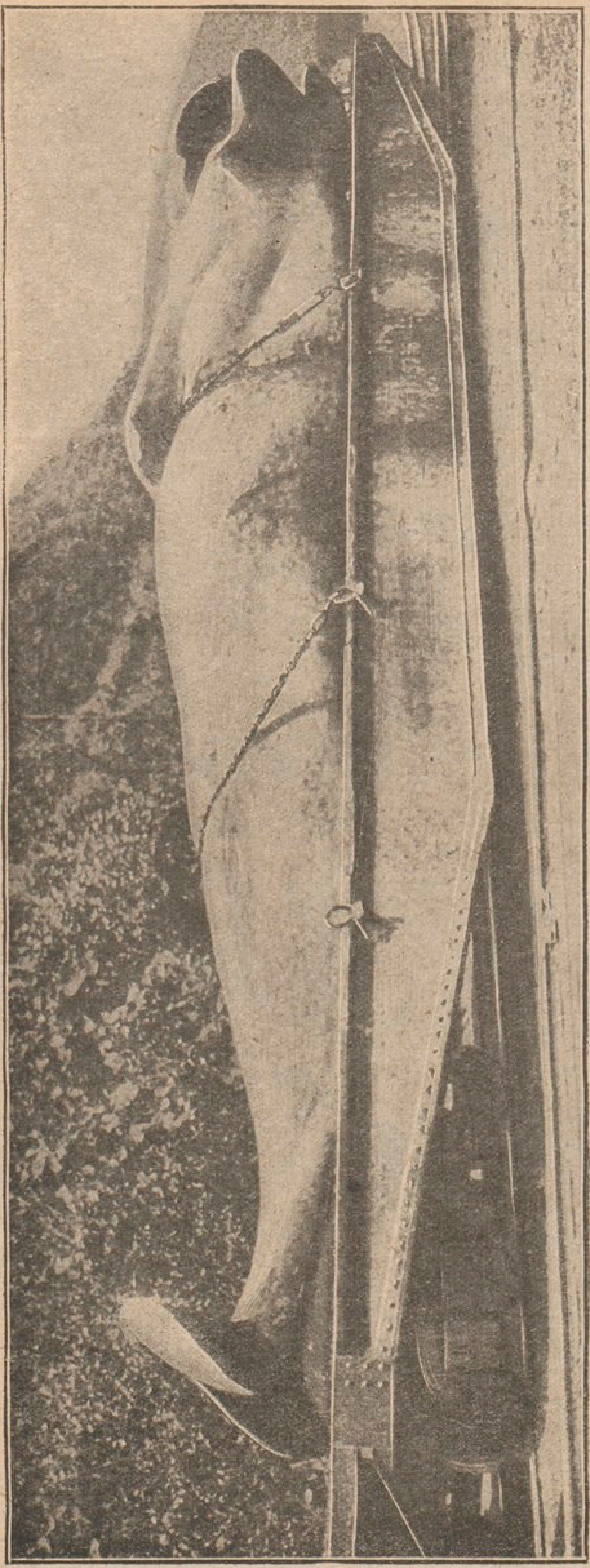


PLATE-FORME SPÉCIALE, CONSTRUITE AU CAP, POUR TRANSPORTER LES CÉTACÉS PAR VOIE FERRÉE

colonie du Cap, dont les lignes sont à voie d'un mètre, a fait construire en Angleterre des trucks spéciaux entièrement métalliques susceptibles de recevoir une baleine entière. Les longerons, en tôle emboutie, renforcés au milieu de leur longueur, servent à constituer une plate-forme très solide, supportée à chacune de ses extrémités par un boggie à quatre roues.

Les astronomes ne trouvent plus les horloges assez précises.

On imagine sans peine que les horloges employées dans les observatoires pour la définition du temps sont fabriquées avec un soin tout spécial ; pourtant, elles ne suffisent plus aux besoins actuels de l'astronomie, qui requiert une précision de plus en plus grande, surtout pour la mesure des longitudes par la T.S.F. M. Beauvais, qui a collaboré aux mesures de longitude entre Paris et Washington, a étudié la belle pendule construite par Riefler, qui est installée dans les sous-sols de l'Observatoire de Paris, où elle se trouve à l'abri des variations de la température ; il a constaté que la double seconde marquée par l'instrument peut facilement se trouver trop longue ou trop courte de huit millièmes de seconde. Plus rarement, on observe des irrégularités atteignant 2 centièmes ; ces irrégularités proviennent d'une taille défectueuse des dents de la roue d'échappement qui fait un tour par minute ; mais si cette cause était seule à agir, elle produirait des anomalies périodiques, tandis qu'on observe, de temps en temps, des accidents, dus peut-être à des grains de poussière, qui produisent des variations d'un deux centièmes de seconde. Ainsi, en dépit de toutes les précautions, les horloges ne donnent pas le centième de seconde avec certitude ; au contraire, le mouvement de leur balancier, plus régulier, n'éprouve pas de variations supérieures au millième de seconde ; et ceci nous permet d'espérer que les fabricants réaliseront bientôt l'horloge astronomique parfaite.

V. Rubor.

L'ESPRIT SEUL PEUT-IL GUÉRIR TOUTES LES MALADIES ?

LA SCIENCE CHRÉTIENNE CONTRE LE MAGNÉTISME ANIMAL

Par le docteur E. PHILIPON

Nous allons examiner aujourd'hui, en parcourant le chapitre cinquième de *Science et Santé*, les principales caractéristiques qui distinguent la Science chrétienne du magnétisme animal. Dans ce chapitre intitulé : *le Magnétisme animal démasqué*, Mrs Eddy a tenté de montrer l'inanité et les inconvénients de la médication hypnotique. Cette médication, qui a eu une fortune singulière au cours du siècle dernier, ne ressemble guère à la doctrine Christian scientist, et, cependant, plusieurs personnes de bonne foi ont cru remarquer entre ces deux modes de médication mentale une certaine corrélation secrète. Elles ont cherché à expliquer les cures remarquables obtenues en « Science » par la mise en jeu de la suggestibilité naturelle. « Les Christian scientists se trompent, ont-elles dit, — ou nous trompent, — en attribuant à quelque vague principe métaphysique les « miracles » que leur pratique réalise. La cause de ces guérisons merveilleuses se trouve sur terre et non au ciel. Les Christian scientists ne sont, somme toute, que des charmeurs. Ils ont l'art, le talent ensorceleur de suggestionner leurs malades sans que ceux-ci s'en aperçoivent ; mais, en fin de compte, ils agissent à la manière de tous les « magnétiseurs ». Ils dérivent en ligne droite non de Jésus de Nazareth, comme ils le proclament avec orgueil, mais de Mesmer ou de l'abbé Faria ; et les premières cures Christian scientists doivent être recherchées non sur les bords du lac de Tibériade, mais autour du « baquet magique. »

Entendre raisonner de la sorte, agace les Christian scientists au suprême degré. Rabaisser leur doctrine idéaliste, leur doctrine si haute et si pure, au rang du « magnétisme animal » leur semble une énormité monstrueuse, une hérésie diabolique. Dans leurs écrits, dans leurs conversations, ils reviennent souvent sur ce sujet. Aussi n'est-il pas étonnant que la Fondatrice de la Science chrétienne ait cru devoir consacrer quelques-unes des pages de son livre à combattre de toutes ses forces la médication hypnotique. Ce sont ces pages que nous prendrons comme base des développements qui vont suivre ; nous verrons en étudiant la question à notre tour que s'il y a entre les deux médications quelques points communs (vagues et superficiels), il y a surtout de multiples et profondes différences exclusives de toute confusion possible.

Débarrassons-nous d'abord des ressemblances : ce sera vite fait.

Ressemblances

1° Dans les deux cas, un individu A (hypnotiseur ou practitioner (1) cherche à faire admettre par un individu B (malade) une idée contraire à celle que ce dernier a dans sa conscience actuelle ;

2° Dans les deux cas, l'individu A n'emploie ni moyens physiques, ni moyens chimiques. Pour arriver à ses fins, il se sert uniquement d'*agents de nature psychique* ;

3° Dans les deux cas, enfin, le résultat obtenu se caractérise par sa soudaineté, son étrangeté et sa puissance.

Ces similitudes, comme on le voit, n'ont rien de particulièrement « suggestif ». Il n'en est pas de même des divergences, qui sont nombreuses et essentielles.

Différences

Pour plus de clarté, nous allons classer ces dernières en trois catégories, que nous examinerons les unes après les autres :

(1) Le Practitioner est un Christian scientist qui a pour mission propre de traiter les malades.

1° *Différences de forme ou de conditions d'application.*
2° *Différences de fond ou de principe.*
3° *Différences d'effets ou de résultats.*

Différences de forme

Dans la médication hypnotique — au moins en général — on commence par provoquer le somnambulisme, c'est-à-dire le sommeil artificiel. La suggestion qui intervient ensuite s'adresse donc à une conscience rétrécie, obnubilée, sans spontanéité propre, sans capacité de résistance, simple organe transmetteur de la volonté d'autrui. Dans la médication Christian scientist, au contraire, le « practitioner » traite son patient en état de veille. C'est à une conscience claire qu'il parle, à une intellectualité complète où toutes les facultés exaspérées sont tendues dans le but et le besoin de comprendre.

En deuxième lieu, l'hypnotiseur *impose* une croyance ; le « practitioner » la *propose*. Le premier est un maître, le second un conseiller. L'hypnotiseur, en effet, ne tient aucun compte du libre arbitre ; il passe par-dessus la personnalité. Il sent qu'il a entre les mains un pouvoir considérable, et il en use dans l'intérêt du malade, sans discussion et sans contrôle.

En Christian Science, au contraire, toutes les idées avancées par le « practitioner » sont examinées, contrôlées, discutées par le « sujet ». Ce n'est pas une volonté faible qui abdique devant une volonté forte, c'est un esprit libre qui admet après réflexion la vérité du Principe qu'on lui soumet. Il en résulte que l'application de la méthode Christian scientist se montre beaucoup plus agréable pour le malade. Autant il redoute les séances d'hypnotisme, autant il recherche les causeries en Science. Je puis en parler en connaissance de cause : étant externe à la Salpêtrière, j'ai vu pratiquer, j'ai pratiqué moi-même les manœuvres hypnotiques, et le hasard a voulu que j'assistasse quelquefois tant en France qu'en Amérique, à des « consultations » Christian scientists. Mes impressions sont encore très nettes dans ma mémoire. Je me souviens, par exemple, de ces malheureux hypnotisés, la tête rejetée en arrière comme par un dernier défi de la volonté mourante, le regard terne, vide, figé « en dedans », les mâchoires convulsées, les gestes automatiques, la parole rare. Riez ; et ils riaient. Pleurez ; et ils pleuraient. Marchez ; et ils marchaient... Ah ! que de fois me suis-je penché sur ces yeux morts, sur ces yeux vitreux de cadavre, attiré par une curiosité invincible, par l'espoir insensé de surprendre dans le vague de leurs prunelles quelques-uns des secrets de l'au-delà... Mais rien, hélas ! rien ne tremblait dans ces pupilles atones, rien, ni ombres ni lumières.

En Christian Science, il ne se produit rien de pareil. Ici, le malade est calme, confiant, assuré. Il se sait conduit ; il se sent aimé. Il a la certitude que nulle tentative ne sera jamais faite pour surprendre sa conviction, pour diminuer sa volonté, que son « Moi » demeurera entier et libre, que la *Croyance* libératrice, avec toutes ses conséquences, se produira d'elle-même, par le jeu naturel de son activité, qu'en un mot, il restera *actif* dans l'acte et le seul auteur véritable de ses transformations les plus secrètes. A ces deux premières différences, nous devons en joindre une troisième. Le traitement hypnotique, cela va sans dire, exige la présence simultanée de l'opérateur et du patient. Sans doute, je n'ignore pas que l'on peut suggestionner à distance (expériences de P. Janet, au Havre), mais une semblable manière de procéder demande un concours de circonstances exceptionnelles et ne paraît comporter, au moins pour le moment, aucune application pratique. En Christian Science (et en raison du caractère strictement impersonnel de la doctrine, sur lequel nous reviendrons plus loin) une condition de ce genre ne semble pas indispensable. Il est préférable, bien entendu, que « malade » et « practitioner » se trouvent en présence, mais cela ne répond à aucune nécessité absolue, et, le cas échéant (la démonstration en a été faite), un bon résultat peut se produire malgré l'éloignement de la personne qui *réalise.*

En définitive, si nous résumons ces premières divergences entre les deux méthodes, nous dirons que la médication hypnotique suppose le sommeil préalable, la disparition de la volonté et la présence obligatoire de l'opérateur, tandis que la médication Christian scientist exige l'état de veille, l'intégrité de la volonté et peut être appliquée en l'absence même du « practitioner ».

Différences de fond

Envisageons maintenant le principe même de chacune des deux médications. Nous verrons que, là encore, elles ne se ressemblent en rien.

La médication hypnotique est essentiellement *subjective.* Elle émane d'une personnalité (mortal mind) et vise une autre personnalité. Elle se concrète dans un commandement bref, celui-ci par exemple : « Vous ne souffrirez plus ! » Elle tend à remplacer un phénomène par un autre phénomène,

c'est-à-dire, une erreur par une autre erreur. Bien plus, au moins dans la plupart des cas, l'hypnotiseur cherche à faire juger vrai par son malade ce que lui-même considère pertinemment comme une fausseté. Quand, par exemple, il intime au sujet l'ordre de ne plus souffrir, il ne doute pas, dans son for intérieur, de la « réalité » de l'élément nocif qu'il combat, mais à cette « réalité » préjudiciable pour l'organisme, il essaie de substituer un mensonge susceptible de produire le soulagement désiré. En somme, Mrs Eddy a raison : la guérison par l'hypnose n'est que « le triomphe de la plus grande erreur sur la plus petite ». L'hypnotiseur se trompe d'abord lui-même en croyant à la réalité du symptôme douleur, il trompe ensuite son malade en essayant de détruire dans la conscience de celui-ci cette prétendue vérité par l'affirmation d'une illusion contradictoire qu'il juge lui-même inexistante.

En Christian Science, au contraire, la médication est essentiellement *objective*. En elle, aucune duperie, aucun mensonge. Elle ne met en jeu que les idées les plus élevées. Loin d'exprimer une opinion personnelle, une manière de voir particulière, le practitioner christian scientist ne traduit, n'extériorise que les vérités éternelles. Loin de remplacer la « réalité » par un mensonge, il tend à substituer au mensonge la Réalité. Il cherche à guérir par la seule réalisation de la spiritualité du monde, par la seule « actualisation » du Bien universel. Pardessus le cas particulier, il vise le cas général, par-dessus l'individu, l'humanité. Dieu existe (axiome). Dieu, par définition même, est la Perfection absolue, en particulier le Bien suprême et infini. Donc le mal n'existe pas en soi, en tant qu'entité distincte, mais seulement comme apparence, comme croyance au sein de l'entendement mortel. Bien comprendre le sens véritable du Souverain Principe, c'est chasser les troubles discordants de l'âme, c'est revenir à l'Harmonie éternelle... Tel est le thème ordinaire des « practitioners » et sur lui, ils exécutent des variations sans nombre. Si, au point de vue philosophique, il prête le flanc à quelque critique, les guérisons obtenues par son intermédiaire paraissent bien en démontrer la puissance et, de toute manière, il est fort intéressant de constater l'emploi de semblables formules dans le traitement des imperfections de l'humanité.

Différences d'effets

Il nous reste à voir maintenant en quoi les deux médications diffèrent par leurs effets.

La médication hypnotique produit des effets *rapides* mais *restreints* et *passagers*. La médication Christian scientist engendre des résultats un peu plus *lents* (pas beaucoup plus), mais *généraux* et *durables*. Reprenons le parallèle. Nous avons vu que la suggestion hypnotique tendait à rompre de vive force la chaîne des états de conscience d'un individu pour intercaler au milieu d'eux son chaînon hétérogène. Cette manière de faire a un avantage et un inconvénient. Elle a l'avantage d'agir vite, elle a l'inconvénient d'agir peu longtemps. Le « Moi », en effet, étourdi d'abord par le « coup de massue » initial ne tarde pas à reprendre possession de lui-même. Il supporte avec peine la suggestion parasite. Il la considère comme un *corps étranger* sans rapports directs avec sa propre substance. Il sait qu'en l'actualisant, il n'a pas réalisé une de ses « puissances » intimes, mais qu'il a simplement donné l'être à une idée du « Non-Moi ». La suggestion trouble donc son rythme normal ; elle empêche son développement régulier. Aussi l'instinct de conservation le pousse-t-il à la combattre de toutes ses forces, à s'en débarrasser le plus promptement possible. De là le caractère temporaire de la suggestion hypnotique. Encerclée de toutes parts, étouffée, pour ainsi dire, sous les énergies sans cesse renaissantes du « Moi », privée de secours extérieur, elle s'affaiblit progressivement et finit par s'éteindre. On est donc obligé, si l'on veut prolonger son existence, de lui infuser constamment une vigueur nouvelle, c'est-à-dire de recourir à des hypnotisations répétées. Comme cela, sans doute, on arrive à maintenir, pendant un certain temps, la guérison obtenue, mais de telles pratiques comportent des dangers multiples (facilité de plus en plus grande à réaliser l'hypnose, accroissement excessif de la suggestibilité, etc...) et leur emploi est aussi délicat pour le médecin que pénible pour le malade. Enfin, troisième caractère, nous avons dit que la médication hypnotique n'entraînait que des effets restreints. Nous entendons par là : 1° que son influence ne semble se manifester que pour certaines catégories de maladies bien déterminées (maladies mentales, névroses) ; 2° que son effet reste limité à l'organe ou à la fonction traité et qu'elle ne modifie pas sensiblement par voie de conséquence l'état général de l'organisme. Dans la médication Christian scientist, on relève les tendances opposées. La lenteur relative de son action a pour cause la douceur avec laquelle elle est appliquée. La « suggestion » christian scien-

tist ne viole pas la conscience ; elle sait s'y faire accepter. Entre elle et le « Moi », des connexions secrètes commencent à s'établir, puis le « Moi » s'aperçoit qu'en acceptant les maximes de la Science chrétienne, il ne fait que réaliser sa nature propre. Alors, la fusion complète s'opère, et, sans heurts et sans efforts, la croyance idéale devient partie intégrante de l'être. En outre, ne cherchant pas à remplacer une apparence par une autre apparence, mais à mettre le Réel à la place du phénoménal, tendant à substituer l'Esprit à la matière, la compréhension divine à l'erreur des sens, voulant, autrement dit, chasser une manière d'être déclarée mauvaise et fausse, par une manière d'être jugée bonne et véritable, la médication Christian scientist (au moins en théorie), non seulement s'applique indistinctement à toutes les maladies imaginables, mais encore fait sentir ses effets dans toutes les parties de l'être. Enfin, pour toutes ces raisons, les résultats obtenus par la Science chrétienne ont une persistance, une ténacité remarquables. L'individu profite indéfiniment de chaque degré de spiritualisation atteint par son labeur. De plus en plus, il devient réfractaire à la maladie ; de plus en plus, il arrive à se rendre maître de celles qui, malgré tout, se déclarent dans sa « croyance », et sur les ailes de la Foi nouvelle, il se rapproche sans cesse de la libération définitive.

Telles sont les principales différences qui existent entre la médication hypnotique et la Doctrine de la Science chrétienne. Telles sont celles, du moins, qui m'ont été suggérées par les réflexions de Mrs Eddy sur ce sujet. Bien entendu, on peut en trouver beaucoup d'autres, et je n'ai pas la prétention d'avoir épuisé la matière ; mais les caractéristiques que je viens de mettre en lumière peuvent suffire, ce me semble, à empêcher toute personne de bonne foi de confondre le « magnétisme animal » et la médication Christian scientist. En principe, tout au moins, je ne crains pas de marquer ma préférence pour cette dernière. Elle a une compréhension infiniment plus vaste, un but incomparablement plus élevé. Pratiquement, je ne la donne pas comme une panacée universelle, comme quelque chose qui guérit tout et toujours. La Science chrétienne est encore dans la période des tâtonnements et des essais, et on ne peut que bien augurer de son avenir. Sans doute elle heurte quelque peu notre manière habituelle de voir les choses et nous avons besoin pour nous y intéresser d'un peu de courage intellectuel. A l'heure présente, en effet, nous sommes les esclaves du monde extérieur. Nos catégories de la Connaissance elles-mêmes ont pour source et pour substratum la perception externe et l'expérience, c'est-à-dire quelque chose d'étendu et de divisible à l'infini. Il est bien évident, dans ces conditions, que nous devons éprouver une certaine gêne à les appliquer au Principe spirituel, c'est-à-dire à quelque chose d'inétendu et d'indivisible par essence. Si, par exemple, nous disions en parlant du monde matériel que le « tout » se trouve dans chaque « partie », nous dirions une absurdité pure ; qui sait si nous ne disons pas une pure vérité quand nous attribuons un caractère analogue à l'Esprit suprême, à la Substance une et identique? « Il y a sur la terre, Horatio, beaucoup plus de choses que n'en a jamais rêvé votre philosophie. »... Que le lecteur médite cette parole avant de rejeter comme extravagante ou irraisonnable la médication Christian scientist (1).

Dr E. PHILIPON.

(1) Voici quelques lignes extraites de *Science et Santé*, et qui montreront au lecteur avec quelle âpreté Mrs Eddy attaque le « magnétisme animal » : « Les observations personnelles de l'auteur sur l'action du magnétisme animal, dit, par exemple, la fondatrice de la Science chrétienne, l'ont convaincue que ce n'est pas un agent curatif, et que les effets produits sur ceux qui le pratiquent, et sur leurs sujets qui n'y résistent pas, entraînent la mort morale et physique. Si le magnétisme animal semble soulager ou guérir la maladie, cette apparence est trompeuse, vu que l'erreur ne peut détruire les effets de l'erreur. Mieux vaut être mal à son aise dans l'erreur que de s'y trouver à l'aise. L'effet du magnétisme animal, nommé récemment hypnotisme, n'est jamais que l'effet de l'illusion. Toute amélioration qui semble en dériver est proportionnée à la foi qu'on a dans la magie ésotérique. »

Et plus loin encore, ces lignes un peu dures : « De la pratique habituelle de la médecine à la Science chrétienne, la distance est grande dans la voie de la lumière ; mais passer de l'emploi des médicaments inanimés pour guérir, au mauvais et criminel usage de la force de la volonté humaine, c'est tomber du niveau ordinaire de l'homme dans la fange même de l'iniquité, contrarier le libre cours de l'honnêteté et de la justice, et lutter en vain contre le courant allant vers le ciel. »

LES ALLEMANDS SONT DE NOUVEAU BATTUS SUR LA MARNE ET ILS RECULENT DANS LA SOMME

A l'offensive entreprise par l'ennemi. le 9 juin, entre Mondidier et Noyon, nous avions opposé une vive réaction. Le 15, nous commencions une série d'opérations locales, destinées à annuler les progrès allemands entre l'Aisne et la forêt de Villers-Cotterets, à occuper les observatoires naturels de la région et à nous créer de bonnes positions de départ. Nous y préludions en rejetant l'ennemi de Cœuvres, en lui reprenant Valsery; mais si nous progressions à l'est de Montgobert, par contre, l'adversaire se cramponnait fortement à Saint-Pierre-Aigle.

GÉNal GARCIA ROSADO

Le nouveau commandant des forces portugaises combattant en France.

Entre temps, les Allemands font, le 18 juin, une sorte de répétition générale d'une attaque sur Reims. La tentative leur est tellement coûteuse, qu'ils ne la renouvelleront pas, même quand ils entreprendront plus tard une attaque de grand style de part et d'autre de la ville. Par contre, ils vont essayer de mordre sur les positions qui défendent l'accès ouest de la montagne de Reims. Une première fois, ils foncent, le 23 juin, sur les Italiens qui gardent la montagne de Bligny et réussissent à gravir le sommet, mais c'est pour peu de temps. Nos alliés ne tardent pas, en effet, à les en chasser.

GÉNÉRAL MANGIN

Commandant l'armée française entre l'Ourcq et l'Aisne.

Le 29, nous complétons le dégagement du plateau de Cœuvres, en refoulant les Allemands vers Dommiers et Cutry, c'est-à-dire la position d'où ils étaient partis le 12. Fosse-en-Haut et Laversine nous reviennent également; enfin, au cours de ces opérations, l'ennemi laisse plus d'un millier de prisonniers entre nos mains.

Le 29, les Italiens ont encore à se défendre à Bligny contre une nouvelle tentative allemande.

Le 30 juin, c'est au sud de l'Ourcq que nous déblayons. En nous emparant de la crête située entre Mosloy et Paroy-en-Valois, nous dégageons les abords de la Ferté-Milon et ceux de Troesnes.

Le 1er juillet, nous chassons définitivement les Allemands de Saint-Pierre-Aigle et entreprenons, de concert avec les Américains, une opération complémentaire du long effort que, pendant toute la durée de juin, nos alliés avaient fait pour améliorer leur ligne entre le bois Belleau et Château Thierry. Les Américains parviennent à prendre le village de Vaux, à l'ouest de la ville, mais nous ne réussissons qu'à moitié dans la tâche plus ardue qui consistait à enlever la cote 204; néanmoins, 500 prisonniers sont envoyés ce jour-là à l'arrière et nous prenons des mitrailleuses.

Le 9, à l'ouest d'Antheuil, nous enlevons aux Allemands leurs positions les plus avancées sur la route de Roye à Compiègne, les fermes Porte et des Loges, et faisons 530 nouveaux prisonniers.

Le 10, nos troupes s'emparent du village de Corcy, le 11, de celui de Longpont. Le 12, nous améliorons nos positions en bordure de l'Avre, entre Castel et Mailly-Raineval, et capturons 500 prisonniers.

C'est à peine si l'ennemi a cherché

GÉNÉRAL DEGOUTTE

Commandant l'armée française entre la Marne et l'Ourcq.

à réagir contre tous ces progrès. Depuis qu'il se voit fixé et contenu entre Montdidier et l'Oise, il n'a d'attention que pour le coup formidable et décisif, croit-il, qu'il nous prépare sur une autre partie du front.

GÉNÉRAL VON WINCKLER

Commandant un corps allemand sur l'Aisne.

Mais notre commandement est en éveil. Les Allemands eurent beau redoubler de prudence dans leurs préparatifs et n'équiper leur front que de nuit, dès le 14 juin certains indices ne laissent plus guère de doute. Les coups de main que le général Gouraud, chef de la 4e armée, ordonne de multiplier, apportent des renseignements confirmatifs. Le 6 juillet, le général est fixé, et il lance à ses troupes un ordre où il leur annonce « qu'elles peuvent être attaquées d'un moment à l'autre, mais que cet assaut, elles le briseront ».

L'échec allemand en Champagne.

Dans la nuit du 14 au 15, les armées von Mudra et von Einem, opposées à notre 4e armée, lâchaient, à minuit dix, leur première bordée d'obus de tous calibres et de tous genres et les innombrables projectiles de leurs minenwerfer. Et ce fut jusqu'à à 4 h. 5 du matin un véritable ouragan. Le commandement ennemi dut être surpris de la vigueur de notre tir de contre-offensive, car des batteries, jusqu'alors silencieuses, se mirent de la partie ; il dut être étonné bien plus encore que nous eussions devancé son bombardement d'une bonne heure. Mais ce n'est pas, au surplus, sur cette riposte que comptait le général Gouraud. Il faisait fond sur le dispositif de combat qu'il avait conçu et qui, en fait, détraqua complètement, puis réduisit à néant les minutieuses combinaisons de l'adversaire.

GÉNÉRAL VON LARISCH

Commandant un corps d'armée ennemi sur l'Ourcq.

De petites garnisons, composées d'hommes résolus, devaient défendre les lignes avancées telles que le Cornillet, le mont Blond, le mont Haut, Moronvilliers, le Téton, la ferme de Navarin, la butte de Souain, la butte de Tahure. Entre ces points et notre véritable ligne de défense, toute une zone de trois à quatre kilomètres, devait, avec les fortins dont elle était parsemée, « pomper » et amortir la vague allemande.

Quand les divisions allemandes — il y en avait quinze en ligne et dix en soutien entre Sillery et la Main de Massiges — abordèrent nos anciennes tranchées de la zone centrale, elles furent accueillies par le feu infernal de nos barrages d'artillerie, par le tir aussi meurtrier des mitrailleuses installées dans les réduits dont ce champ de mort avait été parsemé. L'ennemi mit trois heures à avancer dans cette zone, et quand il aborda nos véritables lignes, qu'il ne put entamer qu'à deux ou trois points au sud de Prunay, entre la Maison du Garde et la Croix de Potier, au sud de la chaussée romaine, à l'est d'Auberive encore, l'œuvre de destruction recommença. Entre temps, notre artillerie trouvait des cibles faciles dans les divisions qui se rapprochaient pour entrer en ligne à leur tour, comme si les routes étaient ouvertes. Il est difficile d'évaluer les pertes de l'adversaire, mais ce que l'on sait c'est que, dans certaines unités, elles allaient jusqu'à 60 %. Epuisés, les Allemands furent absolument incapables du moindre effort jusqu'au jour suivant.

GÉNÉRAL VON WEBERN

Commandant un corps ennemi sur la Vesle.

Le 16 juillet, Gouraud adressait à ses troupes un nouvel ordre du jour où il disait en substance : « Vous avez arrêté net les divisions allemandes là où nous avons voulu livrer et gagner la bataille. ». Il ne s'en tenait pas là. Lentement mais sûrement, il s'attacha à reprendre à l'adversaire la plus grande partie des positions avancées que, pour raison de tactique, il avait évacuées. Dès le 19, notre infanterie enlève le bastion célèbre connu sous le nom de Main-de-Massiges et progresse entre ce point et la Suippe. Le 20, c'est à la butte du Mesnil que nous avançons. Le 21, sur les deux rives de la Suippe. Le 25, contre Saint-Hilaire, le 26, au nord-est de Perthes, et au sud du mont Sans-Nom. Entre temps, nous repoussions plusieurs

contre-attaques corsées de l'ennemi s'efforçant vainement de garder le peu de terrain conquis au prix de pertes élevées.

Cependant, au cours de la nuit du 14 au 15, les Allemands réussissaient à passer la Marne. Aux premières heures de la matinée, Dormans était pris d'assaut, les villages en bordure de la rivière, Reuilly, Sauvigny, Courthézy, tombaient, et, peu après, la ligne de collines qui redouble le cours de la Marne à trois ou quatre kilomètres. A midi, l'ennemi avait établi une importante tête de pont; Mareuil-le-Port était enlevé et Châtillon-sur-Marne, encerclé, était pris à son tour. Seuls, les Américains réussirent, entre Château-Thierry et Fossoy, à rejeter sur l'autre rive les éléments ennemis qui avaient pu passer tout d'abord.

GÉNÉRAL GOURAUD
Commandant la 4e armée française, à l'est de Reims.

Ludendorf pouvait d'autant moins résister à la tentation d'exploiter ces avantages qu'il lui fallait une victoire pour pallier l'effet désastreux de son échec en Champagne. L'armée von Bœhn reçut donc l'ordre d'élargir son succès au sud de la Marne, en même temps que de fortes colonnes devaient, le long des deux rives de la rivière, marcher sur Epernay. En même temps, les attaques redoublèrent de violence exaspérée contre notre ligne de la Marne à Reims et la firent quelque peu fléchir.

Le 16, nous nous mettons en devoir d'arrêter les progrès ennemis au sud de la Marne. Nous contre-attaquons les Allemands sur le front Saint-Agnan-Chapelle-Monthodon, enlevons ces deux localités et reportons nos lignes sur les hauteurs qui dominent la vallée de la Marne, dans la région de la Bourdonnerie et de Clos-Milon. Si, le jour suivant, au cours des fluctuations de combats acharnés, nous ne parvenons pas à conserver tous ces avantages, du moins empêchons-nous l'ennemi de pousser plus loin et de constituer un flanc défensif en vue de sa marche sur Epernay. Dans cette direction aussi la lutte est opiniâtre. L'ennemi attaquant successivement Mareuil, puis Montvoisin, des régiments d'élite, dont le 33e colonial, contre-attaquent, et reprennent Montvoisin dans un élan magnifique, sauvant Epernay.

GÉNÉRAL BERTHELOT
Commandant l'armée française entre l'Aisne et la Marne, au sud-est de Reims.

Notre ligne, du sud au nord, d'autre part, entre Reims et la Marne, avait dû être reportée en arrière, passant au sud de Nanteuil, longeant l'extrémité du bois du Roi, passant entre le bois de Courton et Nanteuil-la-Fosse, entre Marfaux et Courcy, pour rejoindre le plateau de Vrigny. Là aussi, notre résistance augmentait au fur et à mesure que la pression adverse se faisait plus forte, mais, somme toute, la situation, sur l'ensemble du front, restait indécise et délicate, quand un fait nouveau et heureux se produisit qui ne devait pas être du goût de nos adversaires.

Quelqu'un d'inattendu vint, en effet, troubler la fête...

La contre-offensive française.

Nous avons vu, en juin, nos troupes reprendre une à une toutes les places d'armes entre Aisne et Marne, et, en fin de compte, masquer par là les vues à l'ennemi et s'assurer d'excellentes positions de départ. L'aile droite de l'armée von Boehn, qui leur faisait face, se bornait à jouer son rôle de crochet défensif destiné à couvrir les opérations allemandes au delà de la Marne, et, dépréciation de l'adversaire que nous étions, d'une part, incapacité, d'autre part, de se rendre compte de ce que nous pouvions préparer sous le couvert de la forêt de Villers-Cotterets, le haut « kommando » était sans défiance. Or nous organisions là, depuis quelque temps, une contre-offensive qui, en tout état de cause, devait remettre en question les effets de l'offensive ennemie du 15 juillet.

Le 18 juillet, à 4 h. 30 du matin, l'armée que le général Mangin avait concentrée à l'abri de la ligne Ambleny-Saint-Pierre-Longpont-Corcy-Troesnes, celle du général Degoutte, au sud de l'Ourcq, attaquaient sur un front de 45 kilomètres, depuis Fontenoy, au sud de l'Aisne, jusqu'à Belleau. Des contingents américains étaient incorporés dans l'armée Mangin, et, au sud de l'Ourcq, nos vaillants alliés jouèrent le rôle principal, tout au moins au début de notre contre-attaque.

La préparation d'artillerie fut de courte durée ; le général Mangin, on le sait, agit habituellement ainsi. Par contre, jamais on n'avait employé une telle profusion de chars d'assaut, puisqu'on n'estime pas à moins de 800 ou 900 les tanks que nous mîmes successivement en ligne, au cours de la longue bataille qui allait se développer.

Notre merveilleuse infanterie, secondée par un excellent outillage, se surpassa. Tombant sur un ennemi complètement surpris, qui n'eut même pas le temps de mettre son artillerie en mouvement, elle avança rapide-

ment sous la protection du barrage roulant de nos 75. Au nord, au delà du ravin Cœuvres-Laversine, elle parvint bientôt aux plateaux ; au sud, elle franchit la Savière et ses terrains marécageux, emporta, en terrain découvert, fermes, villages, bois fortifiés, rafla des milliers de prisonniers et de nombreuses batteries et atteignit, en fin de journée, Parcy-Tigny, soit une avance d'environ sept kilomètres.

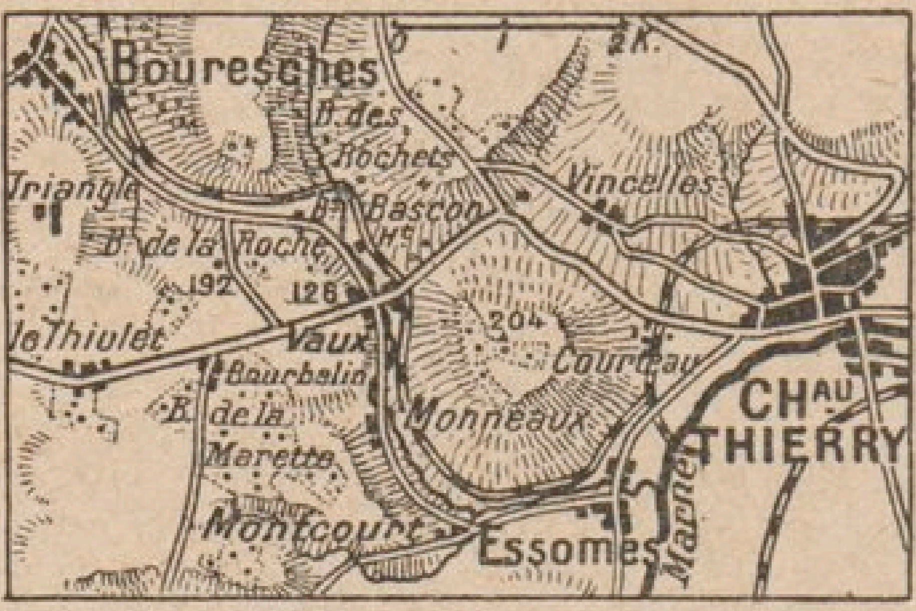
GÉNÉRAL VON MUDRA
Commandant l'armée allemande au nord de Reims.

Au nord, les Américains concourent puissamment par leur merveilleuse ardeur à la conquête des grands plateaux au sud-ouest de Soissons.

La division de nos alliés qui, au sud, constituait le pivot de l'armée Degoutte, ne s'était pas moins bien comportée. D'un seul bond, elle s'était portée sur la ligne Torcy-Belleau-Givry et sur le chemin de fer jusqu'à la station de Bouresches, et, s'ils n'avaient reçu l'ordre formel de ne pas dépasser l'alignement — à leur gauche, nous étions encore engagés dans d'âpres combats — les Américains poussaient tout droit devant eux.

Le deuxième jour de bataille est forcément plus dur : l'ennemi, qui a vu le péril, s'est ressaisi ; son artillerie, notamment, établit des barrages violents entre Soissons et Hartennes.

Non seulement les armées Mangin et Degoutte reçurent l'ordre de poursuivre leur attaque de flanc, mais une autre armée, confiée au général de Mitry, fut mise en ligne pour opérer au sud de la Marne ; enfin, l'armée du général Berthelot, qui n'avait d'abord qu'un rôle défensif entre Reims et la Marne, fut renforcée, notamment par l'appoint de quelques divisions britanniques. La poche devait être comprimée sur tout son pourtour.



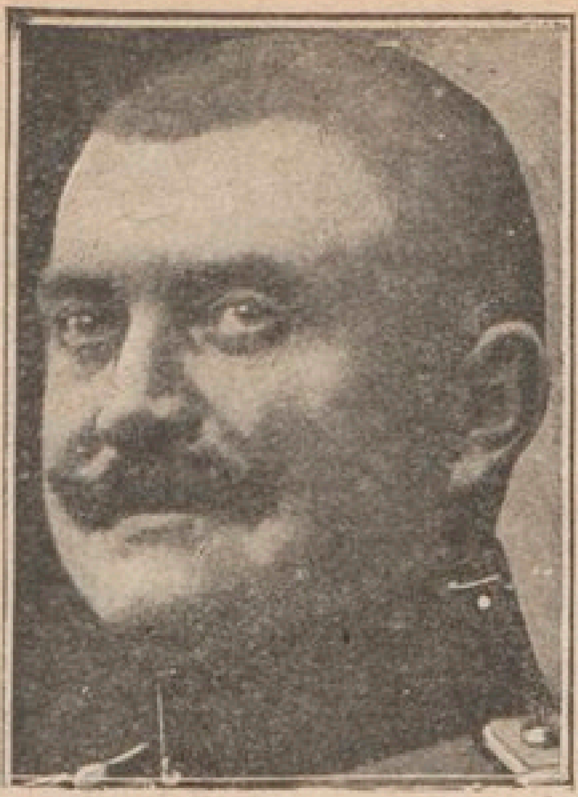
LA RÉGION DE BOURESCHES ET LA COTE 204, OU LES COMBATS FURENT D'UNE VIOLENCE PARTICULIÈRE

Le 19, nos progrès s'accentuent, surtout entre l'Ourcq et la Marne, et, apeurés, les Allemands se décident à repasser la Marne. Ils le font dans la nuit du 19 au 20, en essayant de nous donner le change au moyen de nuages fumigènes. Mais nous nous apercevons de la manœuvre, et notre artillerie, nos aviateurs, rompent pontons et passerelles et font un véritable massacre des unités ennemies qui retraversent la rivière. Nous bordons la rive sud de la Marne et préparons les passages pour nos éléments avancés. Comme, d'autre part, l'armée franco-américaine de Degoutte, après de durs combats, a dépassé largement Neuilly-Saint-Front et menace directement la partie sud de la route Soissons-Château-Thierry, la position de l'ennemi dans cette ville et au nord-est de celle-ci devient intenable. Dans la matinée du 21, nos troupes entrent dans Château-Thierry. Rejetés au delà de la ligne Bézu-Saint-Germain-Mont-Saint-Père, les Allemands ont perdu non seulement la charnière de Château-Thierry, mais encore tout l'angle compris entre la grande transversale et la rivière. S'ils font mine de se cramponner plus à l'est au cours de la Marne, c'est uniquement pour gagner du temps. Dès ce moment, ils ne peuvent plus avoir d'autre parti que d'évacuer partiellement la poche, mais cela, ils ne veulent le faire que graduellement, afin de sauver leur énorme matériel. Sur les trente-cinq divisions dont ils disposent, une trentaine nous feront face de tous côtés, et ce sont les meilleures unités : les divisions de la garde, des régiments éprouvés de Prusse, qui vont être en partie sacrifiés pour retarder notre avance et celle de nos alliés américains, dont l'ardeur va croissant.

GÉNÉRAL VON EINEM
Commandant l'armée allemande à l'est de Reims.

Notre pression, à partir du 21, se fait de plus en plus vive sur le flanc est de la poche. Le 22, nous enlevons Sainte-Euphraise et Bouilly et prenons pied dans les bois de Courton et du Roi, et ce secteur va être, pendant plusieurs jours, le théâtre d'une lutte acharnée, avec ses fluctuations habituelles. Le 23, les Britanniques progressent de plus d'un kilomètre entre Vrigny et l'Ardre.

Pendant ce temps, entre Ourcq et Marne, les Américains avaient pris le village d'Epieds

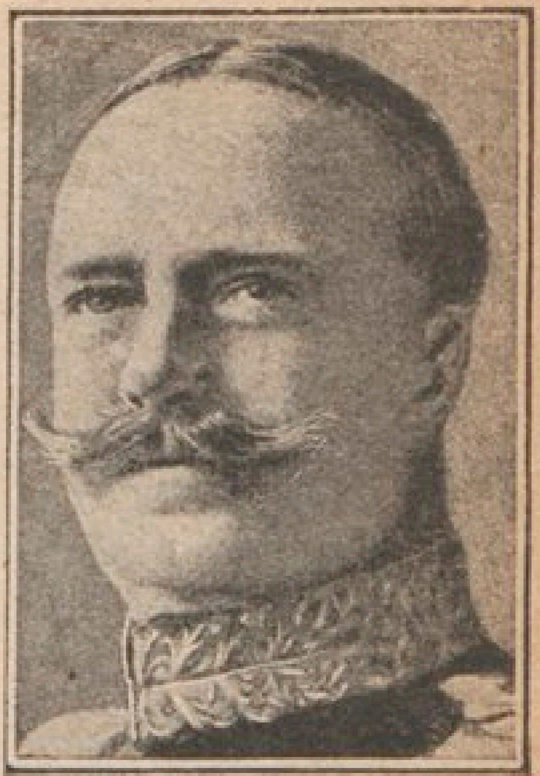


GEN^al VON DER PLANITZ
Commandant les réserves ennemies battues par le général Mangin, et disgracié.

un des centres de la résistance ennemie, l'avaient reperdu et repris, et l'armée Degoutte, progressant dans son ensemble, débordait, le 23, le tronçon de la grande transversale compris entre Rocourt et Bézu et occupait le bois du Châtelet. Le même jour, nous enlevions le Plessis-Huleu, arrivions aux lisières d'Oulchy-la-Ville et commencions à menacer sérieusement Oulchy-le-Château, où les Allemands voulaient tenir coûte que coûte, jusqu'à la mort.

Le 25, cependant, nous nous emparons d'Oulchy, en le tournant, et, plus au nord, de Villemontoire. De son côté, l'armée Degoutte avait pris le village de Coincy, la majeure partie du bois de la Tournelle et progressé dans la forêt de Fère, jusqu'à la hauteur de la ligne Beuvardes-le-Charmel. L'ennemi, aussi, commençait à céder devant l'armée de Mitry, qui avançait en forêt de Ris et au nord de Dormans. Le 26, c'est dans la région de Châtillon que nous le refoulons, et il est impossible, dès lors, qu'il puisse se cramponner plus longtemps au secteur de dix kilomètres qu'il détient encore au nord de la Marne. Aussi bien, dans la nuit du 26 au 27, l'ennemi lâche-t-il pour exécuter un large repli au nord de la rivière. C'est tout le fond de la poche qui se vide, car les deux ailes de l'adversaire sont forcées de suivre le mouvement, et, le jour suivant, la ligne de front va être jalonnée par Bruyères, Villeneuve-sur-Fère, Courmont, Passy-Grigny, Cuisles, la Neuville-aux-Larris, Chaumuzy.

Le 28, nous commençons à jeter nos éléments avancés sur la rive nord de l'Ourcq et pénétrons dans Fère-en-Tardenois. Les Américains occupent Seringes, Nesles, Sergy et Ronchères ; de leur côté, les troupes de l'armée Berthelot enlèvent Anthenay et Olizy-Violaine. Les choses vont trop vite au gré de nos ennemis, qui contre-attaquent furieusement à leur droite et à leur centre, accrochant avec leurs meilleures unités nos alliés américains. Vain effort qui ne nous empêche même pas, le 29, de faire crouler un pan de plus de leur défense au nord de l'Ourcq.

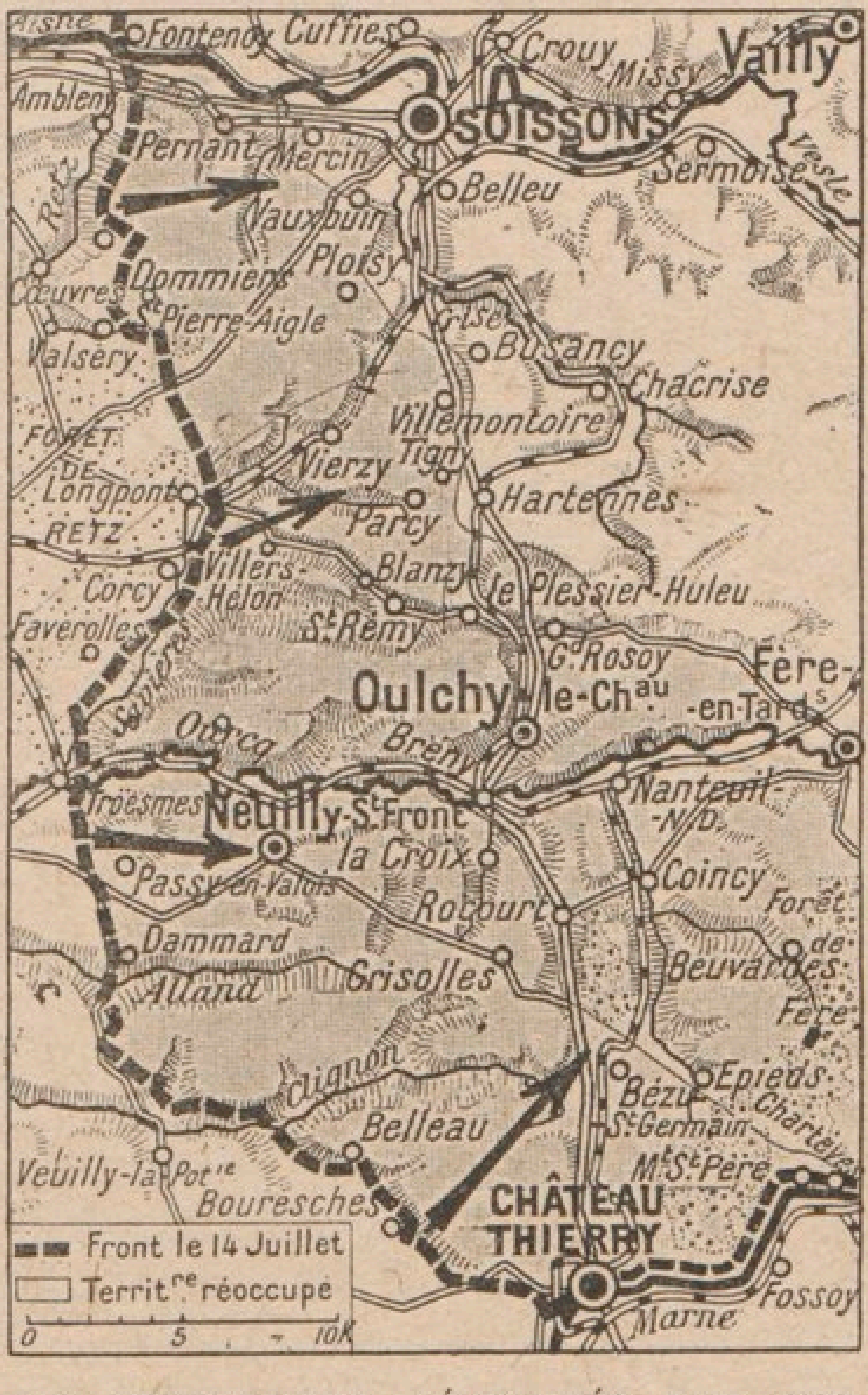


GÉNÉRAL VON CONTA
Commandant un corps d'armée ennemi défait entre l'Ourcq et la Marne.

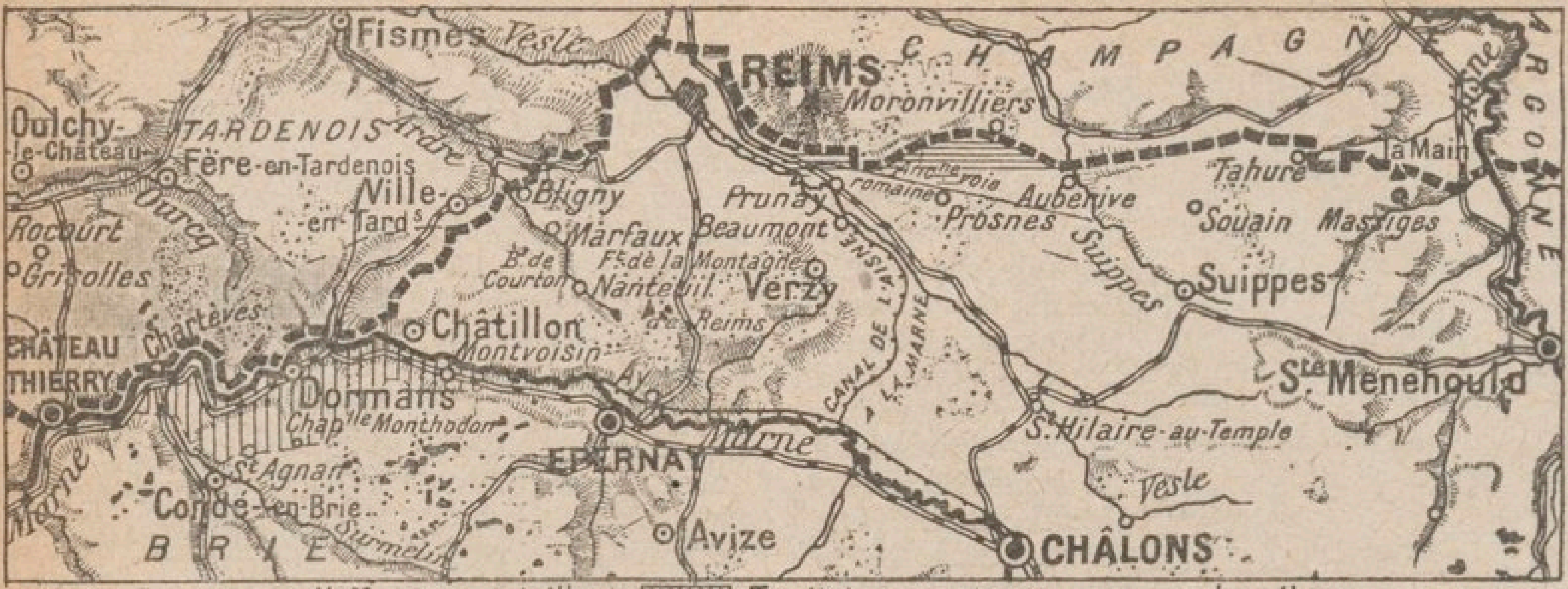
Au nord d'Hartennes, une division écossaise prend d'assaut le parc et le château de Buzancy, et si elle n'arrive pas à garder tous ses objectifs, c'est que les nôtres, immédiatement à sa droite, n'ont pu progresser à son alignement. Par contre, au sud d'Hartennes, nos troupes, partant du Plessier-Huleu, débordent la route Soissons-Château-Thierry, prennent Grand-Rozoy et Cugny, et enlèvent de haute lutte la butte de Chalmont.

Les jours suivants sont caractérisés par une lutte au centre où les Américains, splendides d'entrain et de bravoure, non seulement résistent à tous les assauts, mais commencent à refouler les Allemands dans la direction du bois Meunière un des puissants réduits de leur défense.

Le général Mangin va profiter de cet accrochage pour porter à l'aile gauche un coup de massue à l'ennemi. Il décide de se porter à l'attaque des cotes 205 et 207, au nord du Grand-Rozoy. Une division écossaise va jouer un rôle capital dans cette affaire. Grâce à son esprit de



LES TERRITOIRES RÉOCCUPÉS PAR NOS TROUPES ENTRE L'AISNE ET LA MARNE A LA DATE DU 31 JUILLET 1918



Front avant l'offensive (14 Juillet) — Territoire conquis, puis perdu par les allemands — Territoire conquis et conservé par les allemands. (31 Juillet) — 0 5 10 15 20 Km.

Territoire reconquis au 31 Juillet

(Voir la carte qui se trouve à la fin du volume, au recto de la couverture, et qui indique nos gains territoriaux jusqu'au 4 août.)

sacrifice, nous avançons de trois kilomètres utiles. La hauteur au nord du Grand-Rozoy est prise, de même la position et le village de Beugneux, et nous atteignons Cramoiselle et Cramaille. Cette fois, la résistance ennemie est brisée, les rôles sont intervertis. Au lieu de plonger sur nos positions au sud de l'Ourcq, c'est nous, maintenant, qui dominons ce qui reste de son pivot défensif au sud-est de Soissons. Nous sommes au 1er Août.

Le résultat de cette journée se fait d'autant moins attendre que, conjointement, les Américains s'étaient emparés du bois Meunière et que l'armée Berthelot avait conquis de haute lutte l'importante position de Romigny, au sud-ouest de Ville-en-Tardenois.

Le jour suivant, 2 août, les Allemands sont en pleine retraite. Nos troupes entrent dans Soissons, passent la Crise, au centre se rapprochent de la Vesle, à droite de l'Avre, après avoir dépassé Coulonges, Vezilly, Ville-en-Tardenois ; à l'extrême droite, nos éléments sont déjà presque sur la Vesle, du côté de Thillois et est de Gueux. Le 3, notre avance se poursuit — elle sera de dix kilomètres en deux jours — et le soir, nous bordons l'Aisne depuis Soissons jusqu'au confluent de la Vesle, et cette dernière rivière jusqu'à Fismes, que les Américains vont magnifiquement prendre d'assaut le jour suivant.

GÉNÉRAL VON QUAST

Commandant l'armée allemande au sud-est d'Amiens, à la droite de l'armée de von Hutier.

Notre victoire est complète, si complète même que... les Allemands ne peuvent se décider à la reconnaître. Ludendorf et Hindenburg ne veulent pas avouer qu'ils ont été battus et bien battus. Cependant quelques neutres favorables aux Allemands enregistrent la défaite de ces derniers.

L'attaque franco-anglaise.

Les nécessités de notre tirage ne nous permettent de dire que quelques mots seulement de la magnifique victoire remportée à l'est et au sud-est d'Amiens par l'armée anglaise du général Rawlinson et par l'armée française du général Debeney.

Le 8 août au matin, l'ennemi fut surpris par l'offensive magistrale des Alliés, préparée dans le plus grand mystère, et les armées ennemies, commandées par les généraux von der Marwitz, von Quast et von Hutier, devaient, dès le premier jour, céder beaucoup de terrain. Les jours suivants, et jusqu'au 12 août, nous faisions de tels progrès que nous libérions près de 200 villages, que nous reprenions Montdidier et portions nos lignes jusqu'aux abords de Chaulnes, de Roye, de Lassigny et, tout à fait au sud, de Ribécourt. Dans les derniers jours de cette heureuse offensive, l'armée Humbert, placée à la droite de l'armée Debeney, avait élargi les opérations dans l'Oise

Outre un gain considérable, cette splendide victoire nous avait valu près de 30.000 prisonniers et la prise d'un matériel énorme, y compris 800 canons de tous calibres, depuis le 37 millimètres jusqu'au 210.

Sur ces entrefaites, le généralissime Foch avait été nommé maréchal de France, et le général Pétain avait reçu la médaille militaire.

L'OFFENSIVE AUTRICHIENNE SUR LE FRONT ITALIEN SUBIT UN LAMENTABLE ÉCHEC

Après une longue attente, diversement interprétée, l'état-major autrichien déclencha, le 15 juin dernier, une vaste offensive générale sur un front de 150 kilomètres. Malgré l'abstention de la collaboration allemande, motivée par la situation tendue sur le front occidental, le commandement ennemi avait porté de quarante à cinquante le nombre des divisions opposées aux Italiens, en écrémant à leur profit les trente-trois divisions qui étaient occupées en Russie et en Roumanie.

LE DUC D'AOSTE
Commandant en chef la troisième armée italienne.

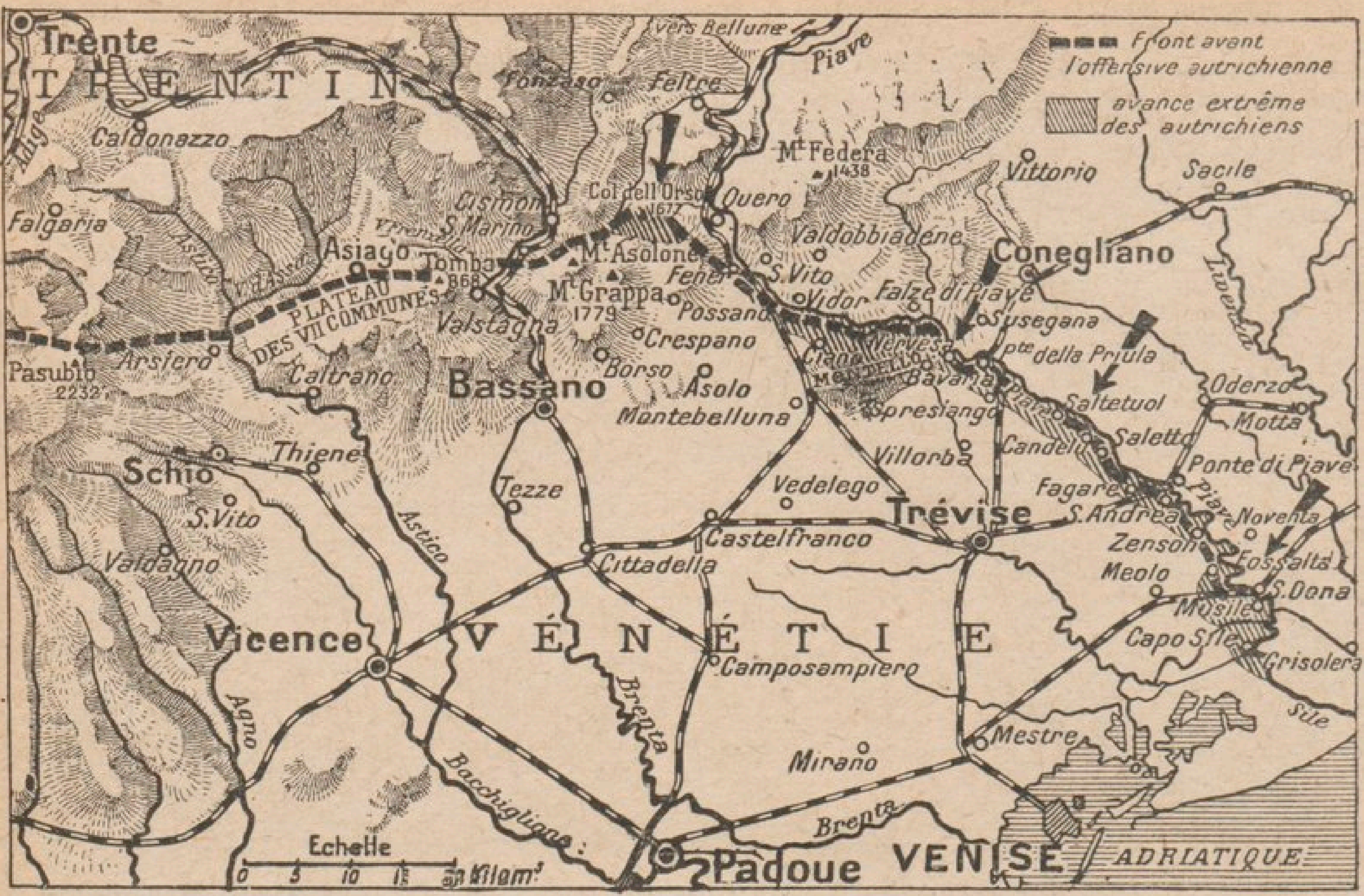
Ces troupes, réorganisées et remaniées, formaient deux grandes armées. L'une de trente divisions, sous le commandement du maréchal Conrad von Hœtzendorf, opérant entre le Stelvio et la Piave, comportait elle-même trois groupements : l'un, du Stelvio à l'Astico, le second de l'Astico à la Brenta, le troisième, de la Brenta à la Piave. Le maréchal avait sous ses ordres le général von Scheuchenstruel, commandant la 2e armée, le feld maréchal Ludwig Coiginger et le général archiduc Joseph, chef de la 6e armée. Ces deux derniers groupes étaient plus spécialement chargés de l'attaque du Montello et de ses abords.

LE PLATEAU D'ASIAGO, DÉFENDU PAR LES TROUPES FRANCO-BRITANNIQUES

Le général en chef Boroevic von Bojna exerçait le commandement suprême et dirigeait le second groupement qui devait forcer le secteur compris entre la Piave et la mer. Les vingt divisions rassemblées sur ce point étaient placées sous les ordres du général von Wurm, posté sur la Basse-Piave, avec l'ancienne armée de l'Isonzo et du général von Csioverics, qui devait avancer par San Dona et Capo Sile. Le feld maréchal Boroevic disposait donc d'environ 600.000 hommes pour mettre à exécution un plan consistant à attaquer à la fois sur tous les points d'un front angulaire défavorable à l'ennemi. Les Autrichiens espéraient encercler les armées italiennes ou les forcer à se retirer en désordre à l'intérieur de l'angle formé par le secteur montagneux, de l'Astico au Montello, et par la partie du front comprise entre le plateau du Montello et l'Adriatique.

GÉNÉRAL BADOGLIO
Commandant la 2e armée du roi Victor-Emmanuel

Le général Diaz et le duc d'Aoste avaient eu le temps de mettre en état de résistance ce front dont la forme défavorable lui était imposée par la nécessité de défendre la Vénétie et sa capitale, tout en s'appuyant, dans la montagne, à la charnière du plateau des Sette Comuni. Le généralissime italien disposait, sur la Piave, de la 2e armée, commandée par le général Badoglio, et de la 4e armée, postée entre la Piave et la Brenta, sous les ordres du général Picori Giraldi. Le plateau d'Asiago était



LE FRONT SUR LEQUEL SE DÉVELOPPA L'OFFENSIVE AUTRICHIENNE DU 15 JUIN

défendu par les divisions françaises et anglaises, sous la direction du général Graziani et de lord Cavan. Cette position était extrêmement importante et les Français défendaient particulièrement les débouchés qui aboutissent vers la plaine de Bassano, par la vallée de la Brenta.

GÉNÉRAL VON BOROEVIC
Commandant en chef les armées autrichiennes en Italie.

Le 15 juin, après un bombardement de quatre heures sur 150 kilomètres de développement, entre le val d'Astico et la mer, Boroevic déclencha les attaques d'infanterie, à 7 h. 30.

Dès le début, apparurent les difficultés qui devaient entraîner fatalement un échec autrichien. En effet, l'attaque de plaine obtint seule un succès partiel, tandis que le secteur montagneux résista victorieusement aux assauts des divisions de Conrad von Hœtzendorf.

Les troupes franco-anglaises ne cédèrent pas un pouce de terrain sur le plateau d'Asiago, et l'ennemi perdit beaucoup de monde en essayant de triompher sur ce point au moyen de vagues très denses qui furent fauchées sans merci par les puissantes batteries franco-anglaises qui soutenaient la défense.

La quatrième armée italienne, postée entre la Brenta et la Piave, avait eu à soutenir un furieux assaut devant lequel elle dut plier tout d'abord. D'énergiques contre-attaques rétablirent le combat en faveur de nos alliés. Dès le 15 au soir, les positions, un moment perdues au sommet du Raniero, près de l'Asolone et au saillant du Solarolo, étaient définitivement reprises d'assaut.

M[al] VON HŒTZENDORF
Commandant les Autrichiens du Stelvio à la Piave.

D'après les calculs du commandement autrichien, toutes les barrières du secteur de la montagne devaient être renversées dans les premières vingt-quatre heures ; mais nous venons de voir qu'il en avait été tout autrement, pour diverses raisons.

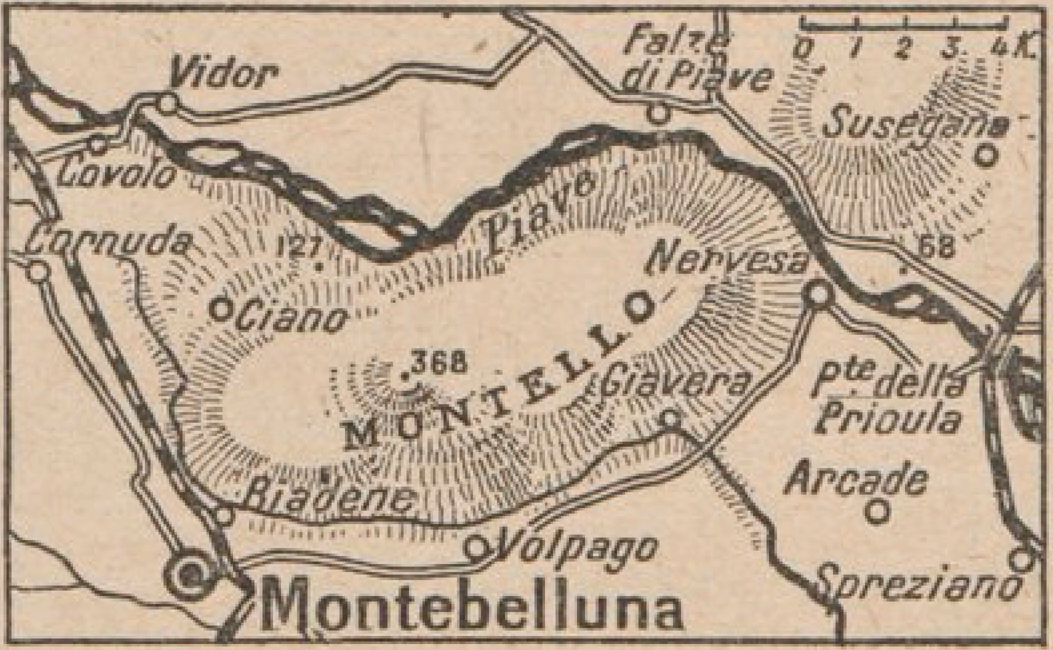
Dès lors, le passage en masse de la Piave,

au cours duquel les Autrichiens avaient d'abord remporté quelques succès partiels, devenait inutile et même dangereux. Le gonflement subit du fleuve allait, en effet, fournir aux Italiens l'élément d'une victoire qui faillit aboutir à un désastre complet pour l'envahisseur contraint à une dure retraite.

VON SCHEUCHENSTRUEL
Commandant les Autrichiens entre l'Astico et la Piave.

Le passage de la Piave avait été préparé avec le plus grand soin par les Autrichiens, qui disposaient pour cette opération d'un matériel considérable de passerelles et de pontons dont l'usage était facilité par la présence d'un grand nombre de canots automobiles à essence.

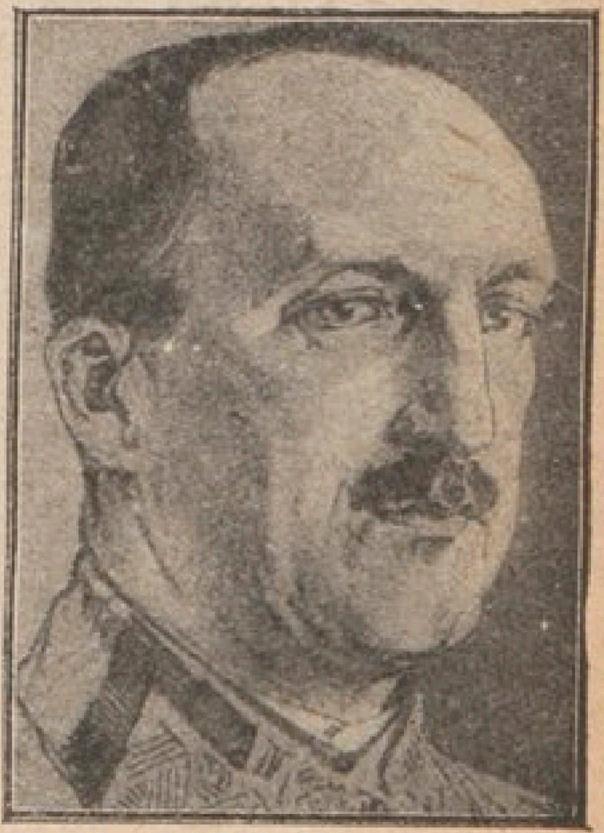
L'objectif direct des armées autrichiennes opérant sur la Piave, était la prise du camp retranché de Trévise, dont la chute eût mis Venise dans une position très fâcheuse. Heureusement pour les Italiens, l'armée de von Wurm seule put enregistrer quelques succès, sur le cours inférieur du fleuve, vers San Dona di Piave et Capo Sile. Mais sur le cours moyen, la tentative de passage échoua dans une proportion suffisante pour permettre la capture d'une grande partie des éléments ennemis qui avaient réussi à prendre pied sur la rive droite.



MONTEBELLUNA ET LE PLATEAU DU MONTELLO

Réduit à un programme moins vaste par l'insuccès de Conrad von Hoetzendorf, dans le secteur montagneux, le généralissime Boroevic s'efforça de tirer quelque profit de l'avance réalisée par l'armée de l'archiduc Joseph qui avait réussi à prendre pied à Nervesa d'où elle menaçait le Montello, plateau élevé de 368 mètres, de la résistance duquel dépendait définitivement le sort de la bataille le long de la basse Piave.

Dès le 15, cette colline avait été très vivement attaquée par l'armée de l'archiduc dont les bataillons d'assaut, protégés par un rideau de vapeurs, avaient pu accéder rapidement au fleuve par des gorges. Ces « stosstruppen » avaient passé la rivière sans pertes sur des pontons, et elles avaient emporté successivement les trois tranchées italiennes dont les défenseurs avaient été en grande partie asphyxiés par les obus toxiques. La situation était critique, malgré l'héroïsme des phalanges d'élite dont disposait le général Pennella, qui avait avec lui, en outre des troupes d'assaut anglaises et des légionnaires tchèques, les excellentes brigades italiennes Aquila, Volterno, Caserta, Pisa, Verona et Lucca.



L'ARCHIDUC JOSEPH
Commandant la 6e armée autrichienne devant le Montello.

Le général Diaz avait pu fort heureusement arrêter les progrès de l'armée von Wurm, sur la Basse-Piave, par l'action combinée de trois corps italiens. La crue subite de ce fleuve, due à une pluie diluvienne acheva de sauver la situation en empêchant les Autrichiens de prendre le reste du Montello. Les ponts se rompirent et se détruisirent les uns les autres pendant que les canons et les avions italiens arrosaient d'obus les troupes autrichiennes enserrées entre le fleuve grossi démesurément et les troupes du général Diaz.

Devant cette situation désespérée, le généralissime Boroevic fit l'impossible en vue d'élargir la tête de pont d'une quantité suffisante pour que l'artillerie italienne, obligée à un recul, cessât de décimer les pontonniers. Il lança à l'assaut des divisions de troupes choisies composées de soldats de la Basse-Autriche et de Hongrois. Malgré la vigueur de l'attaque, qui atteignit presque le sommet, il fallut abandonner tout espoir.

Les mêmes circonstances météorologiques qui avaient entraîné la défaite autrichienne, empêchèrent le général Diaz de poursuivre l'ennemi au delà de la Piave. Le résultat n'en était pas moins une victoire pour l'armée italienne, car elle gardait entre ses mains 12.000 prisonniers, de l'aveu même du

GÉNÉRAL GRAZIANI
Commandant les troupes françaises en Italie.

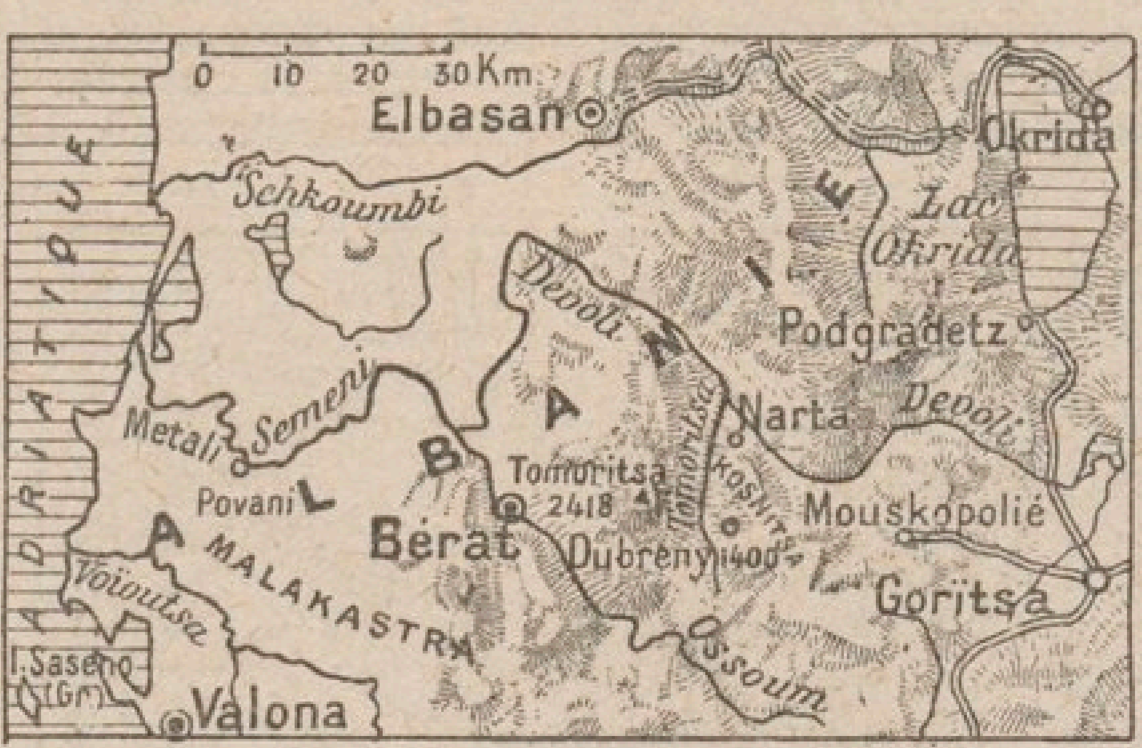
ministre Wekerlé, qui évaluait à 100.000 hommes les pertes totales des troupes austro-hongroises. Depuis cette époque, jusqu'au 10 août, il ne s'est rien passé de particulièrement important sur le front italien, car ni la situation intérieure de l'Autriche, ni les événements du front occidental ne sont de nature à rendre possible une prochaine offensive. Il ne saurait être question que d'une tentative désespérée ayant pour but de détourner l'opinion publique autrichienne de la triste orientation que lui ont donnée l'ingérance allemande dans les affaires du pays, les défaites, et la faim que les réserves de l'Ukraine ne sont certes pas près d'apaiser.

GÉNÉRAL LORD CAVAN
Commandant les forces britanniques en Italie

Heureuses opérations en Albanie

En jonction avec les troupes italiennes, les troupes françaises de l'armée d'Orient ont, à l'ouest de Monastir, infligé une série de défaites aux troupes autrichiennes et occupé la presque totalité des territoires de l'Albanie méridionale.

C'est surtout pour améliorer ses communications avec la côte de l'Adriatique que le commandement allié a entrepris cette suite d'opérations. Jusqu'ici, la route entre Santi-Quaranta et Monastir par Argyrokastro, Premeti et Goritza, assurait seule les relations par la voie la plus directe avec la France et l'Italie, et cette route était à chaque instant menacée par les bandes autrichiennes et bulgares, que renforçaient des irréguliers albanais. Il fallait détacher des forces importantes pour la protéger contre les attaques de l'ennemi.



CARTE DE L'ALBANIE MÉRIDIONALE

Les Autrichiens, à leur droite, dans la région côtière, avaient un corps d'armée qui observait les Italiens le long de la Vojussa ; ils étaient fortement retranchés sur les hauteurs de Malakastra, en avant d'une ligne Fieri-Berat, leur base générale étant El Bassan. Leur gauche tenait les fortes positions montagneuses dans la région à l'ouest de Goritza, dominant les hautes vallées du Devoli affluent du Semeni et du Skumbi, petit fleuve qui arrose la ville d'Elbasan.

En juin, une première série d'opérations entamée par les Français leur enleva les chaînes à l'ouest de Goritza. Le 5 juillet, l'offensive reprit avec vigueur. Tandis que sur la Vojussa les Italiens, par une série de démonstrations, fixaient le corps autrichien placé en face d'eux, nos troupes descendaient dans la vallée du Devoli, refoulant devant elles, avec des pertes graves, les contingents austro-hongrois auparavant retranchés sur les hauteurs. Les Italiens étant ainsi couverts à leur droite, s'ébranlèrent alors sur toute la ligne. Tandis que l'infanterie attaquait de front les crêtes de Malakastra, dans la région côtière, des colonnes appuyées par la flotte alliée débordaient la position, et la cavalerie allait intercepter la ligne de retraite de l'ennemi. Les Autrichiens durent abandonner la ligne Fieri-Berat et se replier sur El-Bassan, abandonnant plus de 2.000 prisonniers et un nombreux matériel. Les Italiens occupèrent Berat et poursuivirent leur marche au nord, dans la boucle du Devoli, pendant que nos troupes arrivaient au confluent de la Tomorica et du Devoli.

LA GUERRE SOUS-MARINE CONTINUE

On peut aujourd'hui se demander si la guerre navale aura réellement une page brillante dans l'histoire de cette conflagration universelle. A part quelques grands combats, au cours de la première période du conflit, elle se sera longtemps traînée dans l'exercice d'une piraterie honteuse, de la part des Allemands. Leur flotte, dont ils étaient si fiers, est demeurée inactive, avouant par là-même son impuissance complète à combattre celle de l'Angleterre.

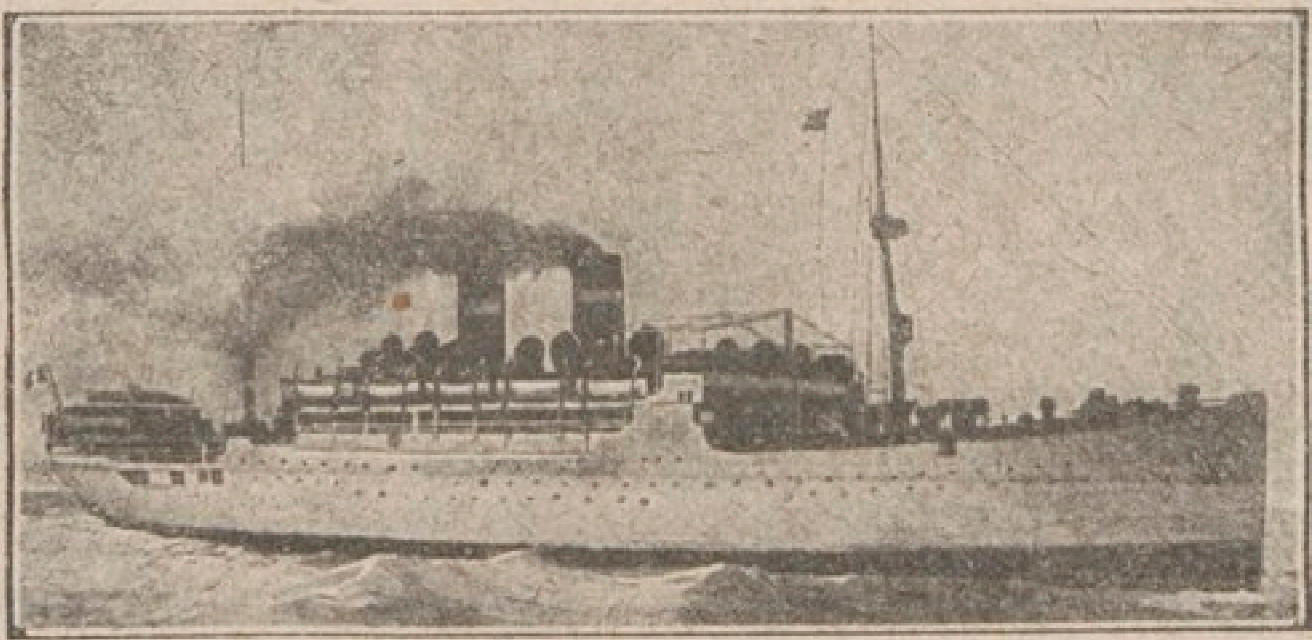
Il est à remarquer que, par l'organe officiel de ses chefs, l'Allemagne ne veut pas convenir de l'insuccès de sa campagne sous-marine, et se vante de détruire mensuellement plus de tonnage que les Alliés n'en peuvent reconstituer. Simple bluff ! D'ailleurs, les Allemands qui se piquent d'y voir clair ne se laissent pas leurrer par les déclarations des hommes du gouvernement, et l'on a pu lire, sous la plume du major Persius, dans le *Berliner Tageblatt*, que la tâche demandée aux sous-marins était de beaucoup au-dessus des forces humaines.

AMIRAL H.-B. WILSON

Chargé spécialement, aux Etats-Unis, du transport des troupes américaines en Europe.

Au surplus, la question est résolue d'une manière définitive, quand on constate qu'à la fin du mois de juillet il y avait en France 1.300.000 soldats américains. Ce chiffre, dont on peut dire qu'il est colossal, pour employer un mot cher à nos ennemis, est la démonstration la plus probante de l'impuissance des submersibles allemands.

Quoi qu'il en soit, nous sommes en droit de considérer l'Allemagne comme vaincue sur les océans, en dépit des actes abominables qu'il lui arrive encore de commettre, et parmi lesquels il faut citer le torpillage du navire-hôpital britannique *Llandovery Castle*, dont l'Amirauté annonçait la destruction en ces termes, dans un communiqué du 1er juillet : « A 21 h. 30 (heure du navire), c'est-à-dire à environ 22 h. 30 (heure d'été en Angleterre), le 27 juin, alors qu'il était à 116 milles au sud-ouest de Fastnet, le navire-hôpital britannique *Llandovery Castle*, capitaine E. A. Sylvestre, qui portait tous les feux et marques réglementaires, a été torpillé par un sous-marin ennemi et a coulé en dix minutes environ. Il rentrait en Angleterre, de retour du Canada, et n'avait par conséquent ni malades ni blessés à bord, mais son équipage se composait de 164 officiers et matelots et il transportait 80 médecins de l'armée canadienne et 14 dames infirmières. »



LE TRANSPORT FRANÇAIS « SANT'ANNA »

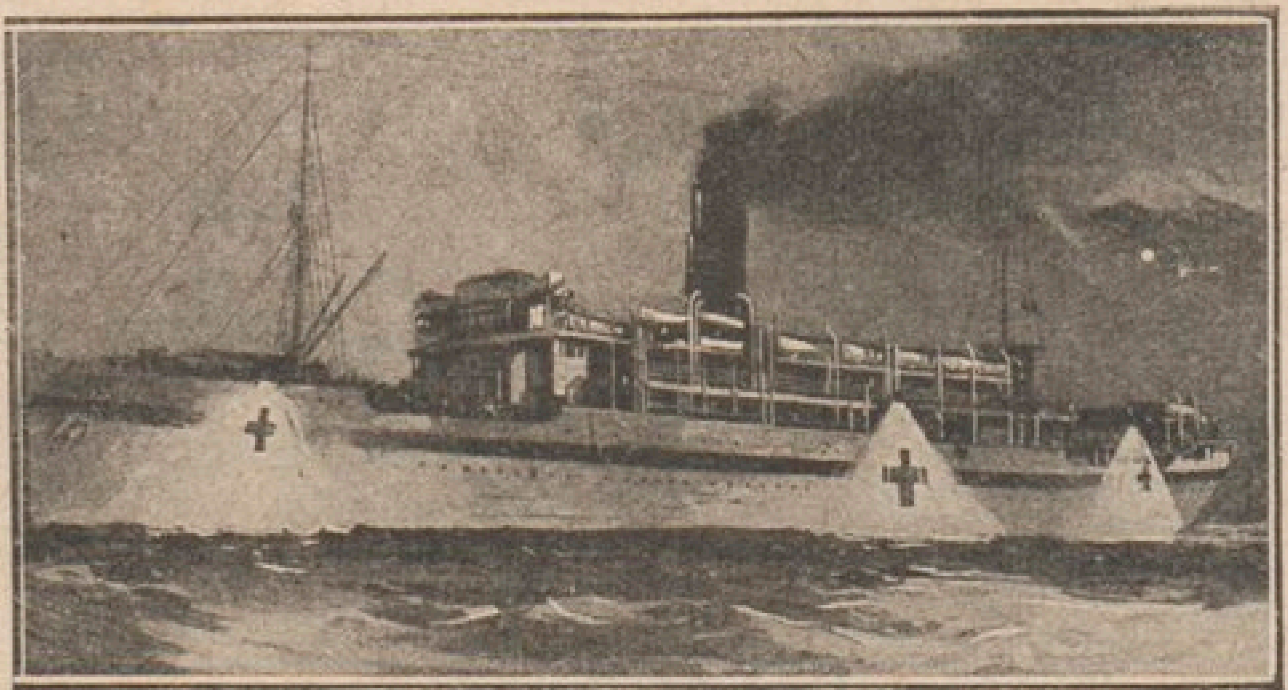
Coulé dans la Méditerranée dans la nuit du 10 au 11 mai.

Le nombre des survivants fut seulement de 24, et le commandant allemand empêcha le sauvetage des naufragés, en menaçant de tirer sur les chaloupes. Le *Llandovery Castle* portait tous les signes permettant de reconnaître son caractère, ce que, du reste, le pirate ne contesta pas,

Combien nous aimons mieux la tranquille audace et la belle vaillance de ces deux petits torpilleurs italiens qui, le 10 juin, dans la nuit, rencontrant une grosse division navale autrichienne, composée de deux grands cuirassés du type *Viribus Unitis* et de dix contre-torpilleurs, se jetèrent à sa rencontre avec une témérité qui eût fait l'admiration d'un Jean Bart ou d'un Duguay-Trouin, dépassèrent la ligne du contre-torpilleur d'escorte en échappant à sa vigilance, prirent position entre ce dernier et les deux navires plus grands et, au moment opportun, lancèrent leurs torpilles. Les gros navires autrichiens furent tous les deux atteints ; et on sait qu'une torpille, si elle ne les coule, du moins inflige toujours des dégâts très graves, même aux navires les plus puissants. L'un des cuirassés, le *Izent Tstvan*, fut détruit, et le deuxième gravement endommagé. Ceci fait, les deux petits navires italiens, commandés par le capitaine Rizzo Luigi de Milozzo, se retirèrent rapidement et regagnèrent leur base sans

aucun dommage, ayant, par surcroît, causé de sérieuses avaries à l'un des contre-torpilleurs autrichiens. Voilà de la belle et bonne guerre, une noble action, un fait héroïque. Nous sommes encore à en attendre autant des marins allemands.

Parmi les navires coulés au cours de la période qui vient de s'écouler, nous citerons le *Président Lincoln*, détruit le 1er juin, comme il rentrait aux Etats-Unis ; ce grand bateau, de 18.000 tonnes, avait été saisi par les Américains. Un mois plus tard, le 1er juillet, c'était le tour du *Covington*, l'ancien *Cincinnati* de Hambourg; puis on annonçait le torpillage du navire anglais *Carpathia*, coulé dans l'Atlantique, le 17 juillet, et qui sombra très vite ; néanmoins, grâce au calme qui régnait à bord et à la discipline de l'équipage, on n'eut à déplorer que six morts, sur 220 personnes ; parmi les victimes figuraient cinq hommes, tués par l'explosion de la torpille dans la chambre des machines.

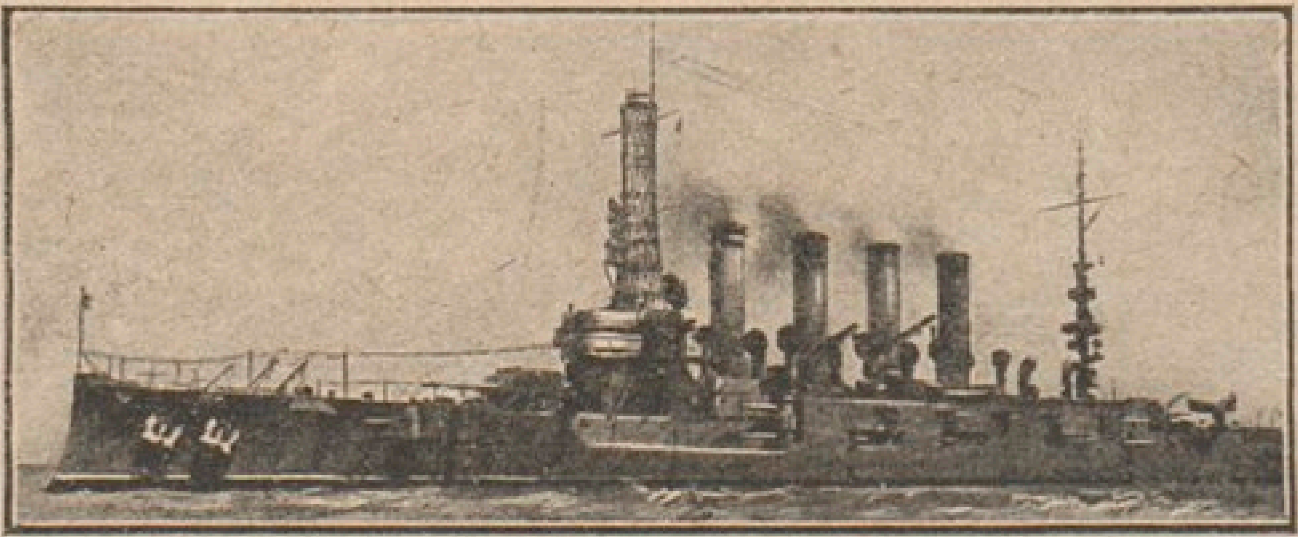


LE NAVIRE-HOPITAL ANGLAIS « LLANDOVERY-CASTLE »

Torpillé le 27 juin à 116 milles de Festnet.

Citons encore le grand paquebot anglais *Justitia*, de la White Star Line, qui lutta pendant vingt-deux heures contre huit sous-marins, au nord de la côte d'Irlande, et succomba finalement sous les torpilles et les obus. Le transport français *Sant'Anna*, allant sous escorte de Bizerte à Malte, fut coulé avec 2.150 hommes à bord, pour la plupart des travailleurs indigènes ; 1.513 purent être sauvés.

La marine américaine a perdu le croiseur *San Diego*, détruit, suppose-t-on, par une mine dans les parages de Fire-Island. Dans la première semaine d'août, un autre transport-ambulance anglais, le *Warilda*, était torpillé, et l'on avait à déplorer la perte de 123 personnes. Le 2 août, deux contre-torpilleurs britanniques avaient été coulés.



LE CROISEUR AMÉRICAIN « SAN-DIEGO »

On pense qu'il a sauté sur une mine, au voisinage de Fire-Island, vers le 20 juillet.

La destruction de nombreux navires espagnols a motivé l'envoi à Berlin, par le gouvernement du roi Alphonse, d'une note très énergique demandant prompte satisfaction.

Au cours d'un discours prononcé à la Chambre des Communes, M. Lloyd George a déclaré, entre autres choses intéressantes :

« Au début de la guerre, la flotte britannique représentait un tonnage de deux millions et demi de tonnes. Aujourd'hui, elle en compte huit millions, y compris la flotte auxiliaire. Toutes les routes commerciales du monde sont patrouillées par les navires anglais. Depuis quatre ans, les mers les plus sauvages et les plus coléreuses du monde ont été incessamment parcourues par notre flotte, qui a établi ainsi pour l'Allemagne une barrière infranchissable. *Songeons maintenant aux pirates de l'Océan, aux sous-marins. Eh bien ! cette même flotte en a détruit au moins* 150, *dont plus de la moitié dans le courant de l'année dernière.* Mais voici un chiffre qui donnera une idée de l'œuvre gigantesque accomplie par nos braves marins : dans le seul mois de juin, les navires de la flotte britannique ont parcouru huit millions de milles, et il faut encore ajouter à cela les efforts de la marine marchande, qui est devenue maintenant une annexe de la marine de guerre. »

Il ne faut donc pas se lasser de répéter que les sous-marins allemands ne sont pas parvenus et ne parviendront pas à arrêter le passage des troupes américaines, de leurs vivres et de leur immense matériel. C'est le point important. Le reste ne compte pas.

Terminons en disant qu'à la fin de la première quinzaine d'août, le président de la République et le ministre de la Marine se sont rendus à Brest pour inspecter le front de mer. Ils ont été émerveillés par l'activité qui régnait dans notre grand port de guerre breton, qui est, comme personne ne l'ignore d'ailleurs, une base navale américaine des plus importantes.

L'AVIATION COOPÈRE DE PLUS EN PLUS A LA VICTOIRE DES ALLIÉS

La simple lecture des communiqués ne saurait donner une idée suffisante de l'activité inlassable des aviateurs alliés. Seul, un coup d'œil d'ensemble permet d'apprécier cet effort continu, qui ne se poursuit pas sans provoquer chez les Allemands les plus sérieuses préoccupations. Durant le mois de mai, seize villes allemandes avaient été bombardées. En juin et juillet, les expéditions se poursuivirent presque quotidiennement, et, si nous ne pouvons les mentionner toutes, du moins devons-nous signaler les principales.

LIEUTENt DE TURENNE

Le 12 juin, Metz recevait la visite des avions; le lendemain, c'était le tour de Trèves, de Dillingen et de Hagendingen, où les hauts fourneaux étaient sérieusement atteints; le 25, une partie des hangars d'aviation de Belchen prenait feu ; le 26, la poudrerie de Karlsruhe était endommagée. Les usines de produits chimiques de Ludwigshafen, ainsi que les gares et les manufactures de Sarrebruck étaient attaquées avec succès dans la nuit du 26 au 27, et, au cours de l'après-midi du 28, l'ensemble des voies ferrées de Thionville recevait un grand nombre de projectiles. Enfin, dans la seule journée du 29, et pour achever dignement un mois si bien employé, les Anglais bombardaient les établissements militaires de Thionville, Metz et Haguenau, et, attaquant Mannheim, parvenaient à faire éclater six bombes sur les établissements de la Badische Aniline.

LIEUTENANT SARDIER

Au cours de juillet, nous relevons les bombardements réitérés de Metz, de Mannheim, de Coblentz, de Sarrebruck, de Kaiserslauten, d'Offenbourg, des hangars à zeppelins du Slesvig, et tout particulièrement celui de la poudrerie de Rottweil ; là, un coup direct ayant atteint un des grands bâtiments, il s'ensuivit une série de violentes explosions, après lesquelles se déclara un incendie d'une violence telle que les flammes et les étincelles se voyaient à près de cent kilomètres.

On ne saurait douter des réconfortantes surprises que nous réserve la guerre aérienne, quand on suit, dans tous leurs détails, les exploits de nos aviateurs, qui nous étonnent quotidiennement par de nouvelles prouesses. Fonck, au milieu de la deuxième quinzaine de juillet, en était à sa cinquante-sixième victoire, toujours merveilleux d'adresse et de calme, et ayant, pour atteindre le chiffre vraiment beau que nous venons de citer, abattu sept appareils allemands en quatre jours.

Auprès de lui, et sans oublier Nungesser, qui comptait trente-neuf appareils ennemis abattus, il convient de mentionner l'intrépide Madon, qui, vers la fin de juillet, avait remporté trente-huit victoires; puis, des nouveaux, parmi lesquels le tout jeune adjudant Marinovitch, qui, avec un seul camarade, ne craignit pas d'attaquer quinze monoplaces; les adjudants Quette et Montrion, le lieutenant de Turenne, le capitaine de Sevin, qui obtenait sa dixième victoire à l'heure où le capitaine Deullin remportait sa vingtième; le lieutenant Sardier, le lieutenant de Slade, l'Américain Putnam ; les adjudants Bouyer et Artigau; le maréchal des logis Ehrlich; le sous-lieutenant Coiffard, etc., toute une phalange de héros, qui méprisent le danger et la mort.

ADJUDANT MONTRION

Elle est là, cependant, qui les guette. Et c'est ainsi que Montrion, qui donnait les plus

grands espoirs, fut tué peu après son dixième succès, alors que le capitaine Derode, qui venait d'abattre un septième ennemi, périt le jour même dans un deuxième combat ; tué également, mais dans une collision d'avions, le lieutenant Jean Beaumont, et disparu le sergent Jacques Gérard. Nos amis et alliés eurent leur part de deuils. On se souvient que le grand aviateur italien Baracca tomba au milieu de la bataille de la Piave. Chez nous, dans nos héroïques escadrilles, périrent le vaillant sergent américain Baylies, le capitaine Marcel Doumer, l'un des fils de M. Paul Doumer, sénateur de la Corse, ancien président de la Chambre des députés.

CAP. MARCEL DOUMER

Enfin, près du village de Champry, à dix kilomètres au nord de la Marne, tomba glorieusement, à la suite d'un duel aérien, le lieutenant Quentin Roosevelt, fils de l'ancien président de la république des Etats-Unis, qui, après la vigoureuse campagne qu'il mena là-bas en notre faveur, nous donna ainsi le meilleur de son sang.

En passant, rendons hommage à l'aviateur belge Coppens que le roi Albert décora solennellement sur le front de ses troupes le mois dernier.

L'aviation allemande, de son côté, tout en combattant sur le front avec une obstination que nous ne songeons pas à lui contester, a, de nouveau, cherché à terroriser Paris, qui semble avoir pris la place de Londres comme but des expéditions aériennes de nos ennemis. Les raids de gothas sur la capitale ont été assez nombreux, depuis celui qui causa quelques dégâts et fit plusieurs blessés, dans la nuit du 31 mai au 1er juin.

LIEUT[t] J. BEAUMONT

Pendant celle du 5, vingt avions viennent auprès de Paris; plusieurs survolent la ville, tuent une personne et en blessent quatre ou cinq. Neuf nuits s'écoulent dans le calme, puis c'est une nouvelle visite, d'autres décombres et quelques victimes. Un cinquième raid se place dans la nuit du 26 au 27, et ne cause que des pertes matérielles, mais, le lendemain, au cours d'une attaque particulièrement violente et d'une défense non moins active, il y eut quatorze blessés et onze morts.

Il faut dire que les victimes furent presque toutes atteintes à cause de leur imprudence, n'ayant pas voulu abandonner la rue ; il y eut sept morts sur un seul point ; aussi, le gouvernement lança-t-il un appel à la population, lui recommandant de ne négliger aucune des précautions prévues. Les quelques alertes qui succédèrent à celle-ci, ne présentèrent aucune importance.

LE MAJOR BARACCA

D'autre part, le supercanon allemand, qui s'était tu pendant quelque temps, a fait, de nouveau, entendre sa voix. à l'occasion de l'offensive du 15 juillet. Ce jour-là, et le suivant, il tira sur la capitale, puis il retomba dans le silence. Notre victorieuse contre-offensive du 18 juillet ne fut certainement pas étrangère à ce marasme de la « grosse Bertha ». Le 5 août, celle-ci reprenait le cours de ses exploits criminels, et les obus pleuvaient de nouveau sur Paris, faisant çà et là quelques victimes.

Les Allemands perdent évidemment leur temps en cherchant à ébranler les nerfs de la population parisienne. Ils montrent ainsi qu'ils la connaissent bien mal. En revanche, ils peuvent s'enorgueillir d'autres succès. Ils ont tué cinquante femmes d'un seul coup, dans un hôpital belge, et, dans la nuit du 15 au 16 juillet, bombardant un camp de leurs propres prisonniers, dans la région de Troyes, ils firent cent soixante-huit victimes, dont quatre-vingt-quatorze morts ! Leurs journaux ne signalèrent pas ce triomphe.

Ils ne parlèrent également qu'en termes mesurés du raid de leurs nouveaux zeppelins sur l'Angleterre, dans la soirée du 5 août. Ce fut un fiasco complet. L'un des monstres aériens fut abattu en flammes, un deuxième, très sérieusement endommagé, et les autres jugèrent inutile d'insister : ils disparurent. Les aéronefs allemands eurent d'autres mésaventures : au cours d'une opération navale dans la mer du Nord, une forte escadre anglaise fut attaquée par de nombreux hydravions et plusieurs zeppelins. L'un de ces derniers fut descendu dans les flots.

CHRONOLOGIE DES FAITS DE GUERRE

(Nous reprenons cette chronologie aux dates suivant immédiatement celles où nous avons dû l'interrompre dans notre précédent numéro)

FRONT OCCIDENTAL

Juin 1918

Le 10. — *La bataille entre Noyon et Montdidier redouble de violence ; l'ennemi dépasse, à droite, le bois de Thiescourt et, au centre, avance au sud de Ressons; ses pertes sont considérables. — Les Franco-Américains progressent dans la région de Bussiares, font des prisonniers et prennent 30 mitrailleuses. — Des patrouilles américaines traversent la Marne et font des reconnaissances heureuses dans les positions allemandes.*

Le 11. — *Des contre-attaques énergiques nous rendent Méry et Belloy, à notre gauche; au centre, nous repoussons l'ennemi de plusieurs kilomètres; à droite, nous reculons à Machemont et Béthencourt; nous prenons trois canons et faisons 1.000 prisonniers. — Au sud de l'Ourcq, les Américains enlèvent le bois de Belleau et font 300 prisonniers. — Les Anglais réalisent une avance sensible à Morlancourt et font 300 prisonniers.*

Le 12. — *L'ennemi attaque violemment entre l'Aisne et la forêt de Villers-Cotterets, où il réalise une avance légère. — Au sud-est de Montdidier, nous élargissons nos gains de la veille.*

Le 13. — *Malgré ses furieuses attaques sur l'ensemble du front, l'ennemi est partout contenu. La situation tend à se stabiliser.*

Le 14. — *Lutte d'artillerie. Aucun engagement d'infanterie.*

Le 15. — *Au sud de l'Aisne, nous reprenons Cœuvres, Valsery. — Heureuse opération anglaise au nord de Béthune; 200 prisonniers.*

Le 16. — *Attaque allemande repoussée au bois Belleau.*

Le 17. — *Nous gagnons du terrain au nord-ouest de Hautebraye, entre Aisne et Oise.*

Le 18. — *Trois divisions allemandes attaquent le front de Reims, de Vrigny à la Pompelle, et sont repoussées avec de lourdes pertes.*

Le 22. — *Les Allemands s'emparent de la montagne de Bligny, au sud-ouest de Reims; ils en sont chassés par les Italiens.*

Le 23. — *Nouvelle attaque ennemie et nouvel échec à Bligny. Avance américaine dans la région de Château-Thierry.*

Le 25. — *Les Américains font 150 prisonniers au bois Belleau.*

Le 28. — *Nous reprenons Cutry, Fosse, Laversine, nous portons nos lignes aux abords de Saint-Pierre-Aigle et nous faisons 1.060 prisonniers. — A l'est de la forêt de Nieppe, au sud d'Hazebrouck, les Anglais avancent de 1.500 mètres et font près de 400 prisonniers.*

Le 29. — *Les troupes italiennes repoussent un nouvel assaut ennemi à la montagne de Bligny.*

Le 30. — *Avance française de 800 mètres, sur un front de trois kilomètres, entre Mosloy et Passy-en-Valois.*

Juillet

Le 1er. — *Vaine contre-attaque allemande à Mosloy.*

Le 2. — *Les Américains s'emparent de Vaux et de ses hauteurs, à l'ouest de Château-Thierry, et font 300 prisonniers. — Au sud de l'Aisne, nous prenons Saint-Pierre-Aigle.*

Le 3. — *Au nord de Moulin-sous-Touvent, nous avançons de 800 mètres sur trois kilomètres. — Les Américains repoussent une contre-attaque à Vaux.*

Le 4. — *Les Anglais prennent Hamel, entre la Somme et Villers-Bretonneux, et font 1.500 prisonniers. — Nouvelle avance française, entre Autrèches et Moulin-sous-Touvent; plus de 1.000 prisonniers.*

Le 6. — *Les Australiens avancent dans la région de Villers-Bretonneux.*

Le 8. — *Belle avance française dans la région de Longpont et près de 400 prisonniers.*

Le 9. — *A l'ouest d'Antheuil, sur cinq kilomètres, nous avançons de 1.800 mètres, enlevant la ferme Porte, la ferme des Loges, et faisant près de 800 prisonniers.*

Le 10. — *Nouvelle avance française dans la région de Longpont-Corcy.*

Le 11. — *Nous prenons Corcy.*

Le 12. — *Nous progressons de deux kilomètres, entre Castel, que nous enlevons, et Mailly-Raineval. Nous prenons Longpont: 500 prisonniers.*

Le 13. — *A l'est de Longpont, nous franchissons la Savières.*

Le 15. — *Offensive allemande, de Château-Thierry à la Main-de-Massiges, sur près de 100 kilomètres; l'ennemi passe la Marne à Dormans; de Reims à la Main-de-Massiges, il ne peut faire aucun progrès.*

Le 16. — *Avance allemande au sud de la Marne, malgré la furieuse résistance des Franco-Américains.*

Le 17. — *L'ennemi cesse ses attaques à l'est de Reims pour les accentuer à l'ouest de cette ville et au sud de la Marne, où il gagne encore du terrain. Dans tous les secteurs, les troupes américaines, françaises et italiennes lui opposent une résistance énergique.*

Le 18. — *Contre-attaque des Franco-Américains, sur un front de 45 kilomètres, entre l'Aisne et la Marne, depuis la région de Fontenoy jusqu'au bois de Belleau; avance*

de plusieurs kilomètres, vingt villages repris; plusieurs milliers de prisonniers.

Le 19. — *Au deuxième jour de la contre-attaque, nous avons pris 360 canons et fait plus de 17.000 prisonniers. L'avance se poursuit entre l'Aisne et la Marne. Au sud de cette dernière, nous refoulons l'ennemi.*

Le 20. — *Les Allemands repassent la Marne avec de lourdes pertes. Continuation de l'avance franco-américaine entre Soissons et Château-Thierry. Le nombre des canons capturés dépasse 400, et celui des prisonniers 20.000. Pour leur part, les Américains ont pris 100 canons et fait plus de 6.000 prisonniers.*

Le 21. — *La progression se poursuit; elle dépasse Neuilly-Saint-Front. Les Franco-Américains progressent au nord de la Marne. Les Anglo-Italiens résistent victorieusement aux attaques ennemies à l'ouest de Reims. Les Français occupent Château-Thierry, largement dégagé au nord.*

Le 22. — *Les Franco-Américains enlèvent Epieds, progressent à l'est de Croix et de Grisolles et commencent à déborder Oulchy-le-Château.*

Le 23. — *Les Alliés enserrent Oulchy, dépassent la route de Château-Thierry, progressent au nord de la Marne, où ils enlèvent Jaulgonne. — Au nord de Montdidier, nous enlevons trois villages et nous faisons 1.500 prisonniers.*

Le 24. — *Au centre du front d'attaque, entre l'Ourcq et la Marne, nous avançons de trois kilomètres. Les Allemands reprennent Epieds que nous enlevons de nouveau. Avance des troupes américaines au nord-ouest de Jaulgonne.*

Le 25. — *Nous enlevons Oulchy-le-Château et nous reprenons Villemontoire. — Nouvelle avance de trois kilomètres entre la Marne et l'Ourcq.*

Le 26. — *L'armée Gouraud reprend la Main de Massiges et fait 1.100 prisonniers, capturant 7 canons et 200 mitrailleuses.*

Le 27. — *Au nord de la Marne, pleine retraite allemande sur tout le front.*

Le 28. — *Nous occupons Fère-en-Tardenois.*

Le 29. — *L'ennemi contre-attaque: il est repoussé, et nous enlevons Cugny le Grand-Rozoy, la butte de Chalmont etc.*

Le 30. — *Nous progressons au nord de Fère-en-Tardenois.*

Le 31. — *Vaines contre-attaques allemandes: à la suite de furieux combats les Américains prennent le village de Seringes.*

Août

Le 1er. — *Une contre-attaque allemande sur la montagne de Bligny est repoussée. — Les Américains gagnent du terrain à l'est de Fère-en-Tardenois.*

Le 2. — *Nous prenons Cramoiselle, Cramaille, Cierges et le bois Meunière. — On annonce que du 15 juillet au 31 nos troupes ont fait 33.400 prisonniers dont 674 officiers; elles sont entrées dans Soissons.*

Le 3. — *Les Allemands battent en retraite sur la Vesle et au delà; notre ligne borde l'Aisne entre Soissons et Venizel.*

Le 4. — *Les Américains s'emparent de Fismes; les troupes françaises prennent Braches et Hargicourt.*

Le 5. — *Bien que la résistance de l'ennemi s'accentue, nous faisons de nouveaux progrès.*

Le 6. — *Le général Foch est nommé maréchal de France. — Nous progressons au nord de Montdidier et les Américains se maintiennent au delà de la Vesle.*

Le 7. — *Nouveaux progrès dans la région de Montdidier. — Nous avançons notre ligne de 400 mètres au nord de Reims.*

Le 8. — *Victorieuse offensive anglo-française au sud d'Albert et au nord de Montdidier. — Cette offensive se poursuit les jours suivants; nous reprenons Montdidier et avançons nos lignes jusqu'aux abords de Chaulnes, de Roye et de Lassigny. En six jours, les troupes anglaises et les nôtres ont fait plus de 28.000 prisonniers et pris environ 600 canons.*

FRONT ITALIEN

Juin 1918

Le 1er. — *Succès anglais au sud d'Asiago, où nos alliés pénètrent heureusement dans les lignes autrichiennes.*

Le 15. — *Les Autrichiens déclanchent une offensive formidable sur tout le front italien, occupent quelques éléments de première ligne et franchissent la Piave.*

Le 16. — *Les Italiens reprennent les positions perdues et font 3.000 prisonniers. L'ennemi accroît son gain sur la Piave.*

Le 17. — *Les Autrichiens sont nettement battus dans les zones montagneuses. La bataille s'accentue sur la Piave, où les Autrichiens avancent, ayant Trévise pour objectif.*

Le 20. — *Les Italiens font plier le front d'attaque des Autrichiens, qui amènent sans cesse de nouvelles troupes d'assaut.*

Le 23. — *Ecrasé sous le feu de l'artillerie italienne, l'ennemi repasse la Piave dans le plus grand désordre.*

Le 25. — *La rive droite de la Piave est entièrement libre d'ennemis. Les pertes autrichiennes sont évaluées à plus de 150.000 hommes.*

Le 29. — *Il est établi que les Italiens ont fait plus de 20.000 prisonniers. — En liaison avec les Franco-Anglais, ils s'emparent du mont Val Bella, où ils font encore un millier de prisonniers.*

Le 30. — *Les Italiens enlèvent les cols del Rosso et d'Echele; 1.000 prisonniers nouveaux.*

Juillet

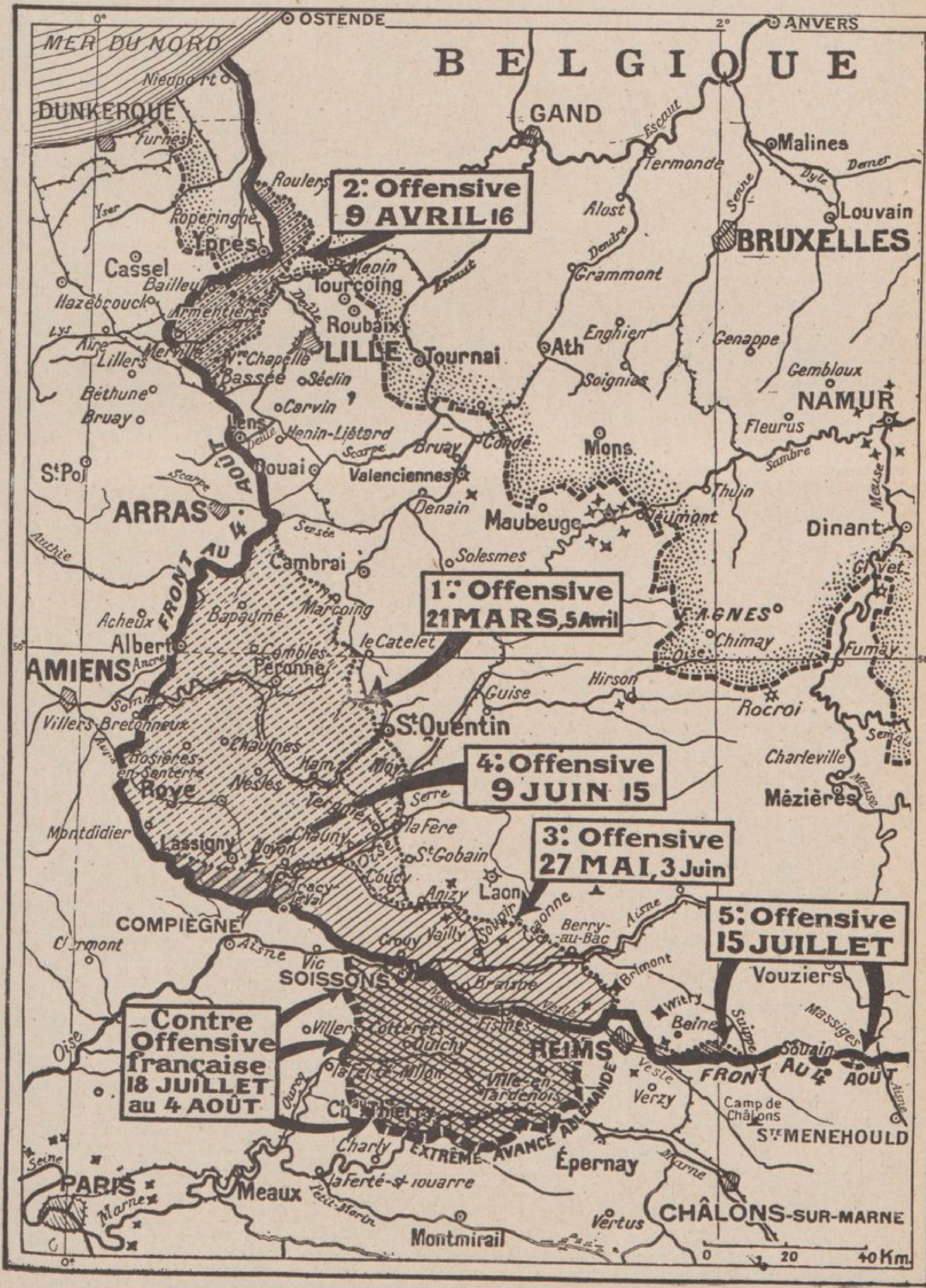
Le 6. — *Les Autrichiens sont définitivement expulsés du delta de la Piave.*

Le 30. — *Dans le val Brenta, attaque autrichienne massive; l'ennemi est repoussé.*

Le gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imp. Verdier 18, rue d'Enghien.

LES GRANDES OFFENSIVES ALLEMANDES ET LES CONTRE-OFFENSIVES DES ALLIÉS SUR LE FRONT OCCIDENTAL, EN 1918



LES INDICATIONS TERRITORIALES PORTÉES SUR CETTE CARTE S'ARRÊTENT AU 4 AOÛT

LE PROCHAIN NUMÉRO DE " LA SCIENCE ET LA VIE "
PARAITRA EN NOVEMBRE 1918